

Olli Pynssi

ANODINKUNNOSTUSLAITTEIDEN NYKYTILAN MÄÄRITYS

ANODINKUNNOSTUSLAITTEIDEN NYKYTILAN MÄÄRITYS

Olli Pynssi
Opinnäytetyö
Kevät 2015
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka, energiatekniikka

Tekijä: Olli Pynssi

Opinnäytetyön nimi: Anodinkunnostuslaitteiston nykytilan määrittäminen

Työn ohjaajat: Pentti Huhtanen, Jonas Kronqvist

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2015

Sivumäärä: 51 + 4 liitettä

Opinnäytetyön aiheena oli anodinkunnostuslaitteiden nykytilan määrittäminen Boliden Kokkolan tehtaalla. Tavoitteena oli löytää koneiden kriittisimmät osajärjestelmät, joiden luotettavuuteen voidaan tulevaisuudessa vaikuttaa, ja tehdä näistä parannusehdotukset.

Työssä on tarkasteltu anodinkunnostuslaitteiden vikahistoriaa ja haastateltu koneasentajaa. Vikahistoriasta ilmeni suuri määrä vikaantumisia ja ongelmia anodinkunnostuslaitteilla. Vikahistorian ja haastatteluiden perusteella tehtiin analyysi ja parannusehdotukset anodinkunnostuslaitteille. Parannuskohteita oli monissa osajärjestelmissä, joista vika herkimmit olivat anodinpesukone ja pesu-ase. Vikahistoria ja tekninen tietämys laitteesta kerättiin useilla vierailuilla Boliden Kokkolan tehtaalla. Tutkimusdataa kerätessä hyödynnettiin Arttu-kunnossapidon tietojärjestelmän laajaa vikahistoriaa koneista ja koneasentajan vuosien kokemusta anodinkunnostuslaitteista. Anodinkunnostuslaitteiden parannuskohteet ja ongelmakohdat listattiin ja analysoitiin, minkä jälkeen laadittiin parannusehdotukset suurimmille ongelmakohdille.

Opinnäytetyö suoriutui tavoitteistaan, jotka olivat anodinkunnostuslaitteiden parannuskohteiden löytäminen ja parannusehdotusten laadinta. Opinnäytetyö sisälsi vikahistorian analysointia, vikataajuuden laskemista, ennakko- ja huollon tarkastelua ja parannusehdotuksia sekä vika- ja vaikutusanalyysitarkastelun. Suurimmat haasteet olivat vikahistorian lukemisessa, koska vikahistoriaa oli paljon ja vikahistorian luotettavuus oli epäselvää.

Asiasanat: kunnossapito, ennakko- ja huolto, vikahistoria, vikataajuus

ALKULAUSE

Opinnäytetyön aihe oli mielenkiintoinen ja motivoiva. Haluaisin kiittää Boliden Kokkolaa työn tekemisen mahdollisuudesta. Henkilökohtaisesti eniten kiitosta ansaitsevat ohjaavat henkilöt: Boliden Kokkolasta kunnossapitopäällikkö Jonas Kronqvist ja Oulun ammattikorkeakoulusta opettaja Pentti Huhtanen. Haluan myös kiittää Bolidenin koneasentaja Matti Leppälää erittäin hyvästä tuesta ja anodinkunnostuslaitteiden asiantuntemuksesta. Kiitän myös avopuolisoani Annua.

Oulussa 31.3.2015

Olli Pynssi

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKULAUSE	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	8
2 BOLIDEN KOKKOLA	9
2.1 Kunnossapito Boliden Kokkolan tehtaalla	9
2.2 Tuotantoprosessi	9
2.2.1 Pasutus	10
2.2.2 Rikkihapon tuotanto	11
2.2.3 Liuotus ja liuotuspuhdistus	11
2.2.4 Elektrolyysi	12
2.2.5 Sulatus, seostus ja valu	12
2.3 Anodinkunnostuslaitteet	13
2.3.1 Vastaanottokuljetin 1 ja 2	13
2.3.2 Annostin 1	14
2.3.3 Pesukuljetin ja eristinkuljetin	14
2.3.4 Pesuasema	14
2.3.5 Puristin	14
2.3.6 Annostin 2 ja siirtoannostin	14
2.3.7 Hylkykuljetin	15
2.3.8 Palautuskuljetin 1 ja 2	15
3 KUNNOSSAPITO	16
3.1 Kunnossapito	16
3.1.1 Vikaantuminen	16
3.1.2 Vikaantumisen syyt	17
3.1.3 Käyttövarmuus	17
3.1.4 Kunnossapitolajit	18
3.2 Suunniteltu kunnossapito	19
3.2.1 Ehkäisevä kunnossapito	19
3.2.2 Kunnostaminen	19
3.2.3 Parantava kunnossapito	20

3.3 Arttu-kunnossapidon tietojärjestelmä	20
3.4 Vikapuuanalyysi	20
3.5 Vikataajuus ja vikaantumisvälin aika	21
3.6 Vika- ja vaikutusanalyysi	21
4 AK 1:N JA AK 2:N VIKAHISTORIAN ANALYSOINTI	23
4.1 AK 1 ja AK 2:n vikaantumisien vertailu	23
4.2 Vikataajuuden ja vikaantumisvälin laskeminen vikahistoriasta	25
4.3 Anodinkunnostuslaitteiden ennakkohuolto	26
4.4 Vikapuun laadinta	28
5 ANODINKUNNOSTUSLAITTEIDEN PARANNUSKOHTEET	30
5.1 Pesuasema ja anodipesukone	30
5.1.1 Anodilevyjen putoaminen	30
5.1.2 Anodilevyjen putoamisen estäminen	32
5.1.3 Suuttimien säätörullat	32
5.1.4 Suuttimien säätörullien parannusehdotukset	33
5.1.5 Rajat, peilit ja valokennot	34
5.1.6 Rajojen, peilien ja valokennojen parannusehdotukset	34
5.1.7 Paineensäätö	34
5.1.8 Paineensäädön parannusehdotukset	34
5.1.9 Levyjen puhdistuminen	35
5.1.10 Levyjen puhdistumisen parannusehdotukset	36
5.2 Annostimet ja kuljettimet	36
5.2.1 Kuljettimien ja annostin 1:n ketjut	37
5.2.2 Ketjujen parannusehdotukset	40
5.2.3 Annostimien voitelu	41
5.2.4 Annostimien voitelun parannusehdotukset	42
5.2.5 Keskittimet	42
5.2.6 Keskittimien parannusehdotukset	43
5.3 Tilan puhtaus	44
5.3.1 Lattiakaivot ja tilojen puhtaanapito	46
5.3.2 Lattiakaivojen ja tilojen puhtaanapidon parannusehdotukset	48
6 YHTEENVETO	49
LÄHTEET	51

LIITTEET

Liite 1 Lähtötietomuistio

Liite 2 Anodinkunnostuslaite AK 2:n piirustukset

Liite 3 Vika- ja vaikutusanalyysi

Liite 4 Ennakkohuoltokaavake ketjujen kiristykselle

1 JOHDANTO

Työ on Boliden Kokkolan tehtaan toimeksianto ja sijoittuu elektrolyysin osastolle. Työ on osa Oulun ammattikorkeakoulun insinöörin tutkintoa. Työn kohde on anodinkunnostuslaitteet 1 ja 2, joiden tehtävä on puhdistaa ja kunnostaa elektrolyysin prosessissa käytettäviä anodilevyjä.

Anodinkunnostuslaitteita on kaksi elektrolyysin osastolla, ja ne ovat tärkeässä osassa prosessin kulussa. Koneet vastaavat anodilevyjen puhdistuksesta ja kunnostamisesta. Anodilevyjen puhtaus on tärkeää, koska elektrolyysissä anodilevyn puhtaus vaikuttaa sinkin saostumiseen katodilevyn pinnoille. Likainen ja huonokuntoinen anodi vaikuttaa sinkin kasvuaikaan, jolloin energiaa menee hukkaan prosessin käydessä huonolla hyötysuhteella.

Anodinkunnostuslaitteet ovat käyttöiältään vanhoja koneita, joiden vikaherkkyys on suuri. Opinnäytetyön tavoitteena on perehtyä koneiden toimintaan, toimintaympäristöön, kunnossapidettävyyteen, ennakkohuoltoon ja vikahistoriaan sekä pyrkiä löytämään mahdolliset parannuskohteet näiden perusteella (liite 1). Parannuskohteiden löydyttyä tehtiin ehdotuksia kohteiden parantamiseksi.

2 BOLIDEN KOKKOLA

Boliden Kokkolan tuotantokapasiteetti on 315 000 tonnia vuodessa, ja se onkin Euroopan toiseksi suurin sinkkitehdas. Sinkkirikasteesta pääosa tulee ulkomailta Bolidenin omilta kaivoksilta, jotka sijaitsevat Ruotsissa ja Irlannissa. Boliden Kokkolan tehtaan päätuote on sinkki. Tuotannosta suurin osa eli noin 85 % menee vientiin, ja tärkeimmät markkina-alueet ovat Pohjois- ja Keski-Eurooppa. Boliden Kokkolan tehtaan palveluksessa on noin 500 työntekijää, ja tämä määrä nostaa Boliden Kokkolan paikkakunnan suurimmaksi yksityiseksi työllistäjäksi.

(1.)

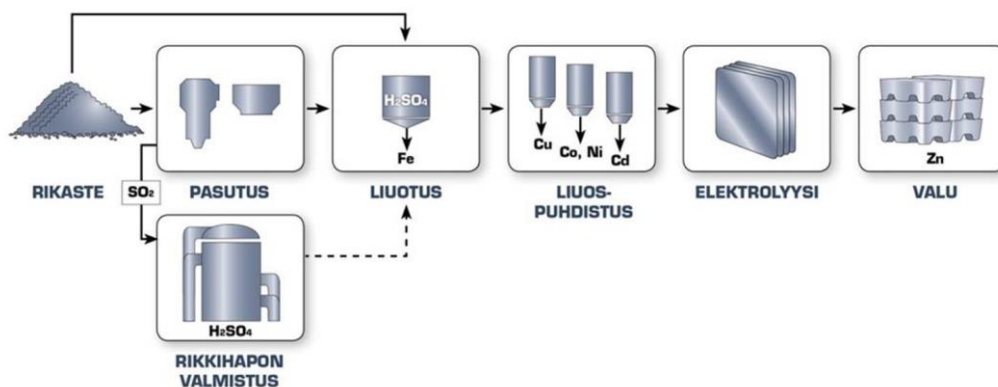
2.1 Kunnossapito Boliden Kokkolan tehtaalla

Boliden Kokkolan tehtaalla käytetään Arttu-kunnossapidon tietojärjestelmää kunnossapidon töiden hallinnassa ja ennakkohuollossa. Tehtaalla on oma kunnossapito-organisaatio, joka vastaa suurimmasta osasta huolto- ja korjaustöistä. Tarpeen vaatiessa voidaan kutsua ulkopuolinen kunnossapitoryhmä auttamaan tehtaan omaa kunnossapitoa. Suurempien seisakkien yhteydessä osa kunnostustöistä on ulkoistettu.

Kunnossapito jakautuu osastoihin ja keskuskorjaamoon. Lisäksi ovat automaatio- ja sähkökunnossapito-osastot, jotka liikkuvat tarpeen mukaan. Kunnossapitoa on 5-, 3- ja päivävuoroissa.

2.2 Tuotantoprosessi

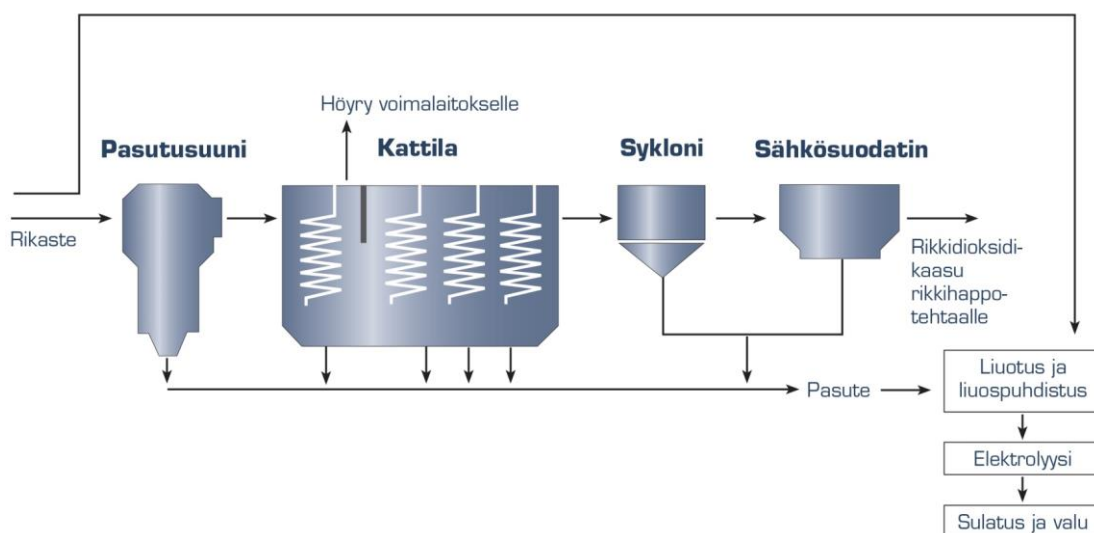
Sinkin tuotantoprosessiin kuuluu viisi eri vaihetta, jotka ovat pasutus, liuotus, liuospuhdistus, elektrolyysi ja valu (kuva 1). Sinkkirikasteen sinkkipitoisuus on noin 50 % ja valmiissa SHG-sinkkituotteessa sinkin puhtausaste on vähintään 99,995 %. (2.)



KUVA 1. Boliden Kokkolan tehtaan tuotantoprosessi (2)

2.2.1 Pasutus

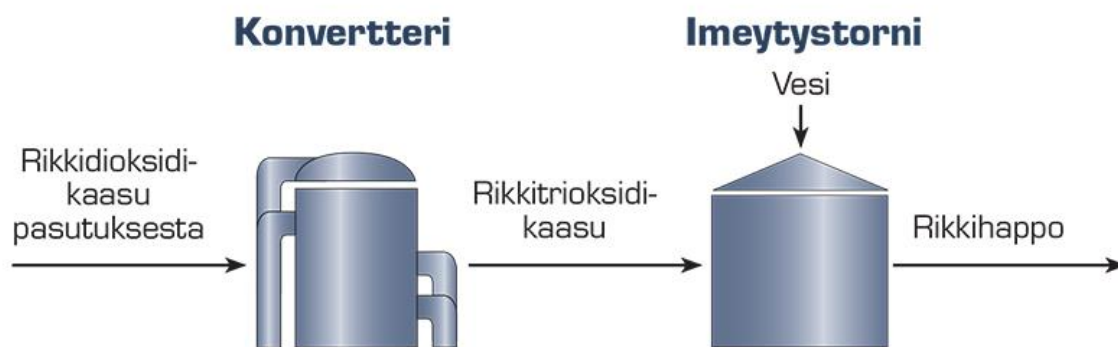
Pasutus on sinkin tuotantoprosessin ensimmäinen vaihe. Sinkkirikaste syötetään pasutusuuniin, jossa rikaste poltetaan noin $950\text{ }^{\circ}\text{C}$:ssa (kuva 2). Pasutuksen päätuotteena syntyy pasutetta eli sinkkioksidia ja sivutuotteena rikki-dioksidi-kaasua, joka jäähdytetään ja johdetaan rikkihapon valmistukseen. Rikkidioksidi-kaasun jäähdytyksen yhteydessä lämpö otetaan talteen höyrynä. (2.)



KUVA 2. Pasutuksen prosessivaiheet (2)

2.2.2 Rikkihapon tuotanto

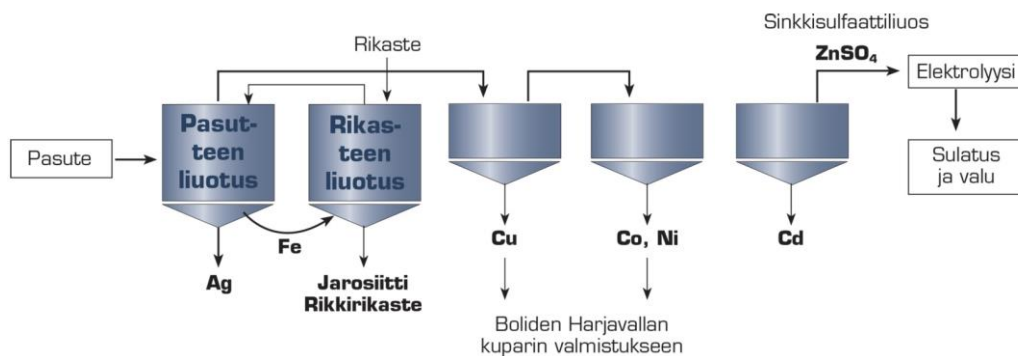
Pasutuksesta sivutuotteena saatu rikkidioksidikaasu syötetään konvertteriin, jossa rikkidioksidikaasu hapettuu ja kaasusta syntyy rikkitrioksidiksi. Tämän jälkeen rikkitrioksidi imeytetään veteen imeytystornissa, jossa vedestä ja rikkitrioksidista syntyy rikkihappoa (kuva 3). Samalla syntyy prosessilämpöä, joka otetaan talteen kaukolämpönä. (2.)



KUVA 3. Rikkihapon tuotannot prosessivaiheet (2)

2.2.3 Liuotus ja liuotuspuhdistus

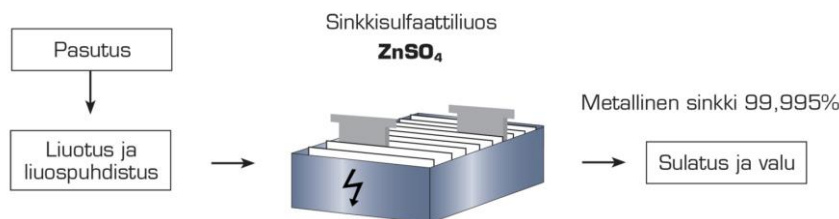
Liuotuksessa liuotetaan rikkihapossa pasutuksessa syntynyt pasute eli sinkki-oksidi sekä rikaste erikseen suoraliuotusmenetelmällä (kuva 4). Liuotuksessa käytetty rikkihappo tulee elektrolyysistä paluuhappona. Rauta saostetaan pasutteen liuotuksesta ja suodatetaan prosessista jarosiittina. Pasutteen liuotuksesta syntyy sivutuotteena hopearikastetta ja prosessiin tehtyjen muutosten myötä hopearikaste voidaan ottaa talteen. Liuotuksen lopputulemana syntyy sinkkisulfaattiliuosta, joka johdetaan elektrolyysiin. (2.)



KUVA 4. Liuotus ja liuotuspuhdistus-prosessin vaiheet (2)

2.2.4 Elektrolyysi

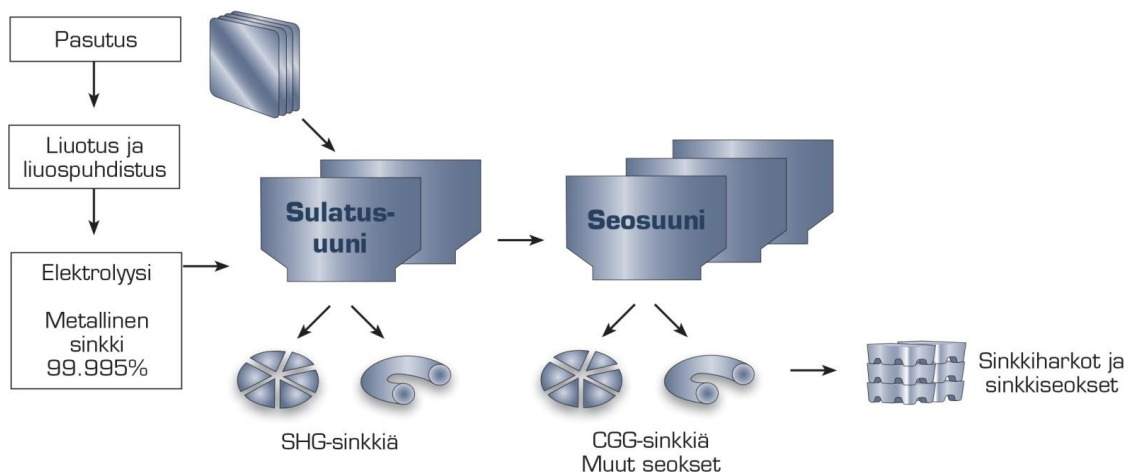
Sinkkisulfaattiliuos syötetään elektrolyysialtaisiin, jossa sinkki saostuu katodien eli tässä tapauksessa alumiinilevyjen pinnoille sähkövirran avulla (kuva 5). Sinkkilevyjen kasvu-aika on noin 35 tuntia, jonka jälkeen katodit nostetaan pois altaista ja viedään sinkkilevyjen irrotukseen sekä vaihdetaan uudet katodit altaisiin. Vanhat katodit palautetaan altaisiin sinkkilevyjen irrotuksen jälkeen. (2.)



KUVA 5. Elektrolyysin toiminta (2)

2.2.5 Sulatus, seostus ja valu

Elektrolyysistä saadut sinkkilevyt syötetään sulatusuuniin, minkä jälkeen sula sinkki joko valetaan SHG-sinkiksi tai seostetaan seosuuneissa asiakkaan vaatimusten mukaan (kuva 6). Yleensä seostuksessa käytetään alumiinia. Sinkki valetaan joko 25 kg:n harkoiksi tai isoiksi jumboiksi. Tämän jälkeen sinkki on valmis myyntituotteeksi. (2.)



KUVA 6. Valun prosessivaiheet (2)

2.3 Anodinkunnostuslaitteet

Anodinkunnostuslaitteet AK 1 ja AK 2 sijaitsevat Boliden Kokkolan elektrolyysi-osastolla, ja ne on suunniteltu toimimaan jatkuvassa 3-vuorotyössä +5...+35 °C:n lämpötilassa. Suhteellinen kosteus on tällöin maksimissaan 90 %. Koneet ovat jatkuvassa kosketuksessa rikkihapposumun kanssa sekä välillä rikkihapon kanssa. Näin voidaan sanoa, että laitteisto on olosuhteiltaan hyvin kovilla. Anodinkunnostuslaitteilla on kaksi pääsääntöistä tehtävää, jotka ovat anodien pesu ja uusien anodien vaihto elektrolyysialtaisiin. (3.) Liitteessä 2 on piirustus osaluetteloineen AK 2:sta.

2.3.1 Vastaanottokuljetin 1 ja 2

Vastaanottokuljetin 1 on hydraulikalla toimiva kolakuljetin, joka ottaa vastaan anodit siirtovaunusta. Kuljetin ottaa vastaan 41 anodia, joiden jako kuljettimessa on 80 mm. Vastaanottokuljettimessa on ohjaukskartiot siirtovaunun atraimen paikannusta varten. Kuljettimen poikkipalkit on suojattu muovisuojilla, jotka voidaan vaihtaa. Ketjun koko on M80 hitsatuin tapein. (3.)

Vastaanottokuljetin 2 on samanlainen kuin vastaanottokuljetin 1, mutta anodien siirto kuljettimelta toiselle tapahtuu jaotinpyörän avulla. Tämän jälkeen anodi keskitetään keskittimen avulla, minkä jälkeen anodit voidaan tarpeen vaatiessa siirtää siltanosturilla välivarastoon säilytykseen ennen pesua. (3.)

2.3.2 Annostin 1

Hydrauliikalla toimiva annostin, jolla anodit annostellaan vastaanottokuljettimelta 2 pesukuljettimelle. Tämän jälkeen pesukuljetin siirtää anodit pesuasemalle. Anodilevyjen siirto tapahtuu kahdella käpälällä, jotka tarttuvat anodilevyn tangon päihin. (3.)

2.3.3 Pesukuljetin ja eristinkuljetin

Hydrauliikka ja proportionaaliventtiilikäyttöinen kuljetin, joka liikuttaa anodia leveyssuunnassa. Pesukuljettimessa on neljä anodipaikkaa, joiden jako on 1 500 mm. Eristinkuljetin on samanlaisella periaatteella toimiva kuin pesukuljetinkin. Eristinkuljettimessa on viisi anodipaikkaa. (3.)

2.3.4 Pesuasema

Pesuasemassa suurella vesisuihkujen paineella pestään anodin pinnoille kertynyttä mangaanisakkaa pois. Sakka valuu pesuaseman pohjalta aukon kautta pulpperiin. Korkeapainepumput tuottavat noin 400 bar:n paineen ja virtaukseltaan noin 130 l/min/pumppu tilavuusvirran. Suutinten siirto tapahtuu hydraulimootorilla ja hydraulisynterillä. Suuttimia on neljä ja pesuaika on 15 sekuntia. Pesuasema on tiivistetty ja alipaineistettu roiskeiden ja vesisumun leviämisen estämiseksi. (3.)

2.3.5 Puristin

Puristin toimii hydraulisynterillä, jolloin molemmat puristinpinnat liikkuvat. Puristinpinnoissa on toiseen jyrstetty kolmiomaisia koloja ja toisessa puristinpinnassa on vastaavin kohdin painintyynyt, minkä ansiosta anodilevy jää puristuksen jälkeen suoraksi. Puristinpinnat pidetään puhtaana vesisuihkulla. (3.)

2.3.6 Annostin 2 ja siirtoannostin

Annostin 2 on hydraulimootorilla toimiva annostin, joka siirtää anodin eristinkuljettimelta hylkykuljettimelle tai palautuskuljettimelle 1. Siirto tapahtuu hydraulisynterin avulla. Siirtoannostin toimii samalla periaatteella kuin annostin 2.

Siirtoannostimen tehtävä on siirtää anodi pesukuljettimelta eristinkuljettimelle. (3.)

2.3.7 Hylkykuljetin

Hydraulikäyttöinen ketjukuljetin, jonka ketjukoko on M80 hitsatuin tapein. Hylkykuljetin poistaa vialliset anodit prosessin kierrosta. Hylkykuljetin vastaa rakenteeltaan vastaanottokuljettimia ja palautuskuljettimia. (3.)

2.3.8 Palautuskuljetin 1 ja 2

Palautuskuljetin 1 on tyypiltään samanlainen kuin vastaanottokuljetin 2. Palautuskuljettimella 1 anodit keskitetään keskittimen avulla, minkä jälkeen anodit voidaan siirtää siltanosturilla säilytykseen välivarastoon tai edelleen palautuskuljettimelle 2. (3.)

Palautuskuljetin 2 taas on vastaanottokuljetin 1 vastinpari. Palautuskuljetin 2 ottaa anodit vastaan palautuskuljettimelta 1 jaotinpyörien avulla, minkä jälkeen siirtovaunu nostaa anodit prosessin kiertoon. (3.)

3 KUNNOSSAPITO

Liikemaailmassa yritykset valmistavat mahdollisimman edullisesti tuotteita ja palveluita, joita yritys pyrkii edelleen myymään voitolla kuluttajille. Kaikki lähtee investoinneista, joita yritys tekee yrityksen alkuvaiheessa. Näitä ovat esimerkiksi rakennukset, koneet ja tontit, joita kutsutaan pysyviksi investoinneiksi. Yrityksen tehokkuutta pyritään lisäämään mahdollisimman paljon, ja tässä vaiheessa koneiden optimaalinen käyttö on ensisijaisessa asemassa. Koneiden tehokkaaseen käyttöön kuuluu läheisesti kunnossapito. (4, s. 12.)

Ansiokas kunnossapito on avainasemassa tulokselliseen tuotantoon ja kannattavan yrityksen ytimeen. Tuottava kunnossapito tarkoittaaakin järkevää kunnossapidon suunnittelua ja toteutusta, jolloin koneesta saadaan irti paras mahdollinen hyöty. (4, s. 12.)

3.1 Kunnossapito

Kunnossapidolla tarkoitetaan erilaisten tekijöiden pitämistä toimintakuntoisena. Tämä tapahtuu korjaamalla esiintyvät viat sekä hallitsemalla turvallisuus- ja ympäristöriskit. Kunnossapidon tarkoitus on pitää kohteet sellaisessa toimintakunnossa, jotta kohde pystyy suorittamaan vaaditun toimenpiteen. (4, s. 15.)

3.1.1 Vikaantuminen

Vikaantumisen tapahtuessa kone tai kohde ei pysty suorittamaan käyttäjän toivomaa toimenpidettä, mitä kutsutaan vikatilaksi. Vikatilassa kohteen ennalta määrätty toimintataso jää saavuttamatta joko kokonaan tai osittain. Vikatilaksi tapahtumaa voidaan kutsua vain, jos vika on odottamaton eikä virallinen alasajo kuten suunniteltua koneen muutosta tai ehkäisevää kunnossapitoa. Myöskään esimerkiksi raaka-aineen tai sähkön loppumisen takia pysähtyvää kohteen toimintaa ei lasketa vikatilaksi. (4, s. 34.)

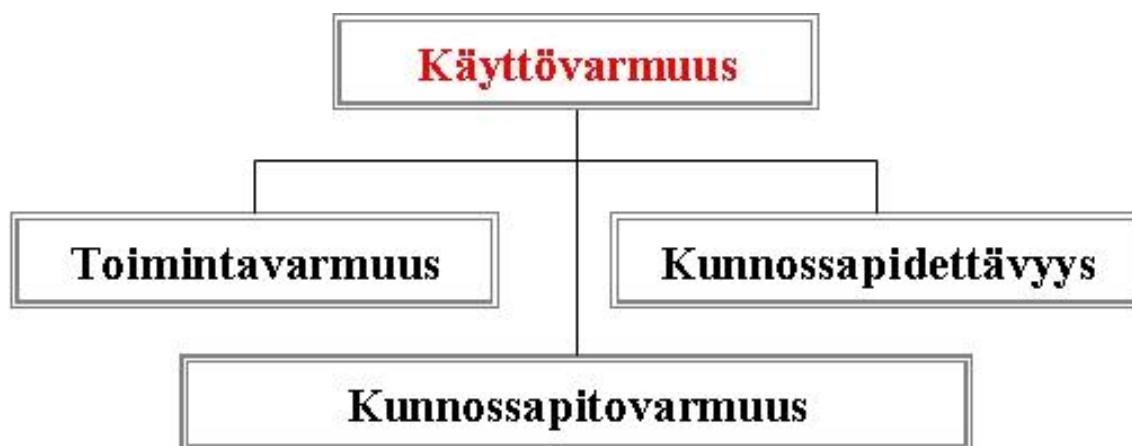
3.1.2 Vikaantumisen syyt

Vikaantumisen syinä on ennen pidetty huonoa suunnittelua ja koneen kestävyyttä. Japanilaisen kokonaisvaltaisen tuottavan kunnossapidon (total productive maintenance) kehittäjät ovat tutkineet vikaantumista ja huomioineet viisi vikaantumisen pääsyytä: laitteiden vääränlainen käyttö, käyttäjien ja kunnossapitajien vähäinen osaaminen, laitteiden ikääntymisen myötä tapahtuva heikkeneminen ja sen huomiotta jättäminen, laitteiden käyttöolosuhteiden heikkous ja laitteiden suunnittelun heikkous. (4, s. 63.)

Vikaantumisen viidestä pääsyyistä kahta voidaan suoraan käyttää anodinkunnostuslaitteiden vikaantumisen arvioimiseen. Nämä syyt ovat ikääntymisen kautta tapahtuva heikkeneminen ja olosuhteiden heikkous. Lisäksi on esitetty, että toimintaympäristön puhtaanapito voisi pudottaa vikamääriä 40 %. (4, s. 63.)

3.1.3 Käyttövarmuus

Käyttövarmuus on kohteen ominaisuus, joka ilmaisee kohteen kykyä olla toimintakunnossa tietyllä ajanhetkellä ja tietyissä olosuhteissa. Käyttövarmuus voidaan jakaa kolmeen osatekijään, jotka vaikuttavat käyttövarmuuteen. Kuvassa 7 on esitetty käyttövarmuuden osatekijät. (4, s. 36.)



KUVA 7. Käyttövarmuuteen vaikuttavat osatekijät (4, s. 36)

Käyttövarmuus koostuu toimintavarmuudesta, kunnossapidettävyydestä ja kunnossapitovarmuudesta. Toimintavarmuus ja kunnossapidettävyys ovat koneen ominaisuuksia, kun kunnossapitovarmuus tarkoittaa kunnossapitohenkilöstön

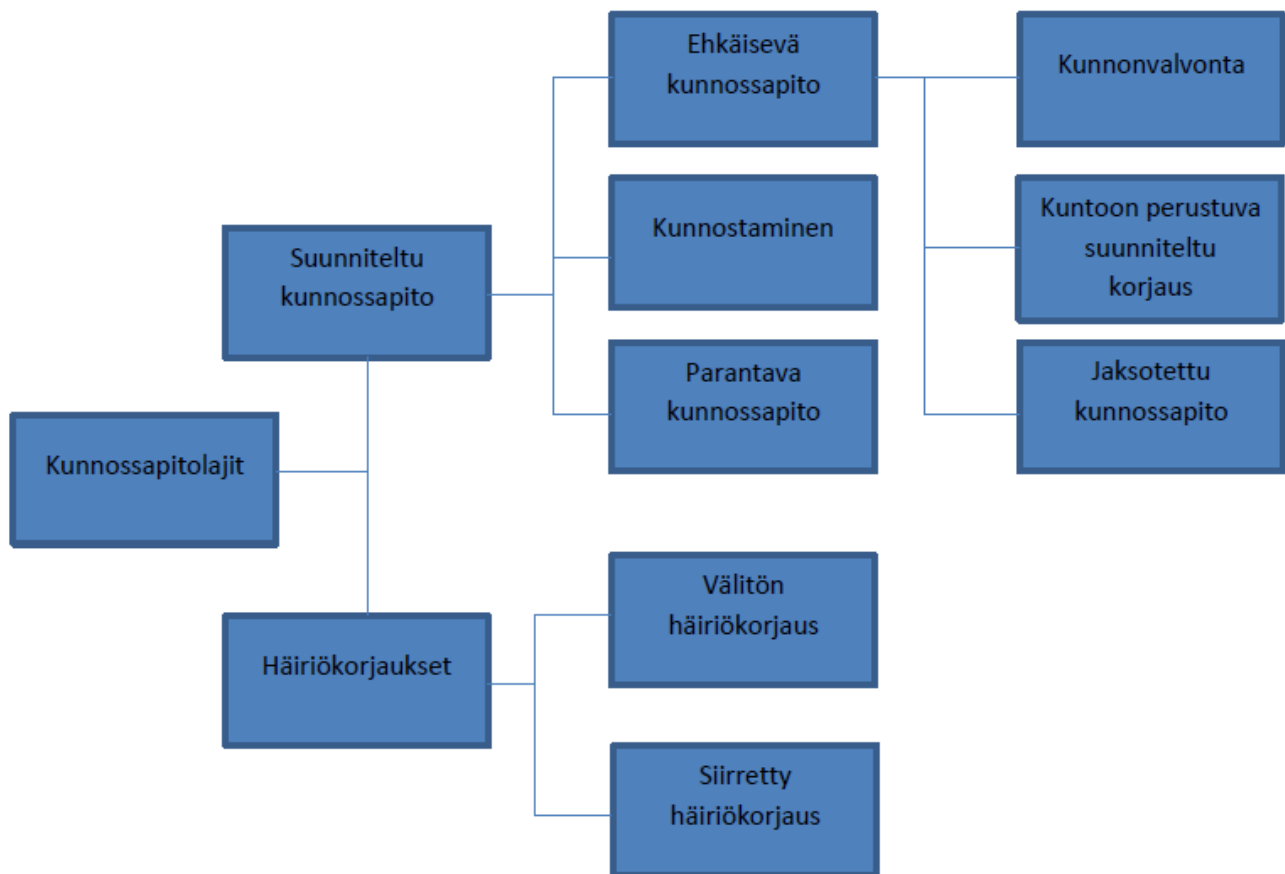
varmuutta suorittaa tehtävät. Toimintavarmuus kuvaa koneen tai kohteen kykyä toimia moitteettomasti määrätyn ajan. Kunnossapidettävyyys kuvaa kohteen korjauksen helppoutta. Kunnossapitovarmuus on kunnossapito-organisaation kyky pitää ja palauttaa kohde toimintakuntoon tietyllä hetkellä (4, s. 36). Taulukossa 1 on esitelty toimintavarmuuteen, kunnossapidettävyyteen ja kunnossapitovarmuuteen liittyvät osatekijät.

TAULUKKO 1. Toimintavarmuuden, kunnossapidettävyyden ja kunnossapitovarmuuden osatekijät (4, s. 36)

Toimintavar- muus	Kunnossapidettävyyys	Kunnossapitovarmuus
Käyttö	Korjattavuus	Hallinto
Asennus	Vian havaittavuus	Varusteet
Konstruktio	Huollettavuus	Osat
Varmennus		Henkilöstö
		Dokumentit

3.1.4 Kunnossapitolajit

Kunnossapitolajit voidaan jaotella kahteen pääryhmään: suunniteltuun kunnossapitoon ja häiriökorjauksiin (kuva 8). Yrityksissä on pyritty vähentämään mahdollisimman paljon häiriökorjauksia prosessien kannalta tärkeissä kohteissa. (4, s. 47.)



KUVA 8. Kunnossapitolajit (4, s. 47)

3.2 Suunniteltu kunnossapito

Suunniteltu kunnossapito on ennalta suunniteltua kohteen toiminnan varmistamista. Suunniteltu kunnossapito voidaan jaotella ehkäisevään kunnossapitoon, kunnostamiseen ja parantavaan kunnossapitoon. (4, s. 48.)

3.2.1 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevä kunnossapito tarkoittaa suunniteltua ja säännöllistä kunnossapitoa, joka tapahtuu koneen käydessä ja erilaisten seisakkien yhteydessä. Ehkäisevään kunnossapitoon kuuluvat kunnonvalvonta, kuntoon perustuva suunniteltu korjaus sekä jaksotettu kunnossapito. (4, s. 50.)

3.2.2 Kunnostaminen

Kunnostamisesta puhuessa tarkoitetaan käytöstä poistuneen koneen tai laitteen kunnostamista käyttökelpoiseksi. Kunnostamista käytetään yleensä, mikäli laite on helppo korjata. Tällöin laitteelle on yleensä varalla kunnostettu laite, joka on vikaantumisen sattuessa valmis asennettavaksi. (4, s. 48.)

3.2.3 Parantava kunnossapito

Parantava kunnossapito jaotellaan kolmeen pääryhmään. Ensimmäinen pääryhmä käsittää alkuperäisten osien korvaamisen uusilla osilla konetta parantaen. Tämä toimenpide ei varsinaisesti muuta koneen suorituskykyä. Toinen pääryhmä käsittää uudelleensuunnittelun ja korjaukset koneeseen. Tällä pyritään vaikuttamaan koneen luotettavuuteen, mutta suorituskykyä tällä toimenpiteellä ei paranneta. Kolmannessa pääryhmässä puhutaan koneen modernisatiosta, jossa suorituskykyä pyritään parantamaan. (4, s. 51.)

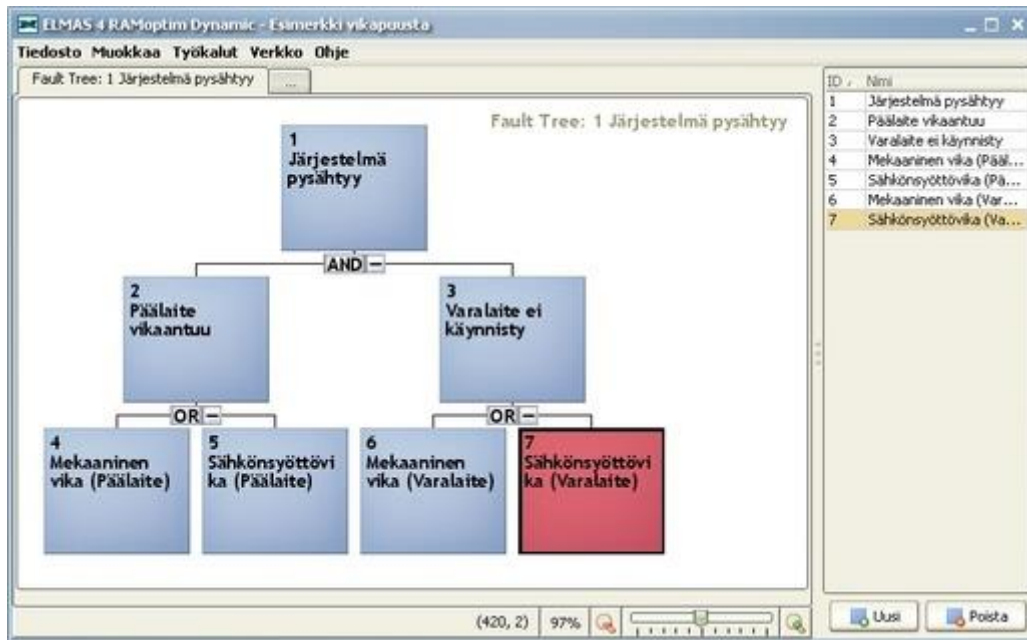
3.3 Arttu-kunnossapidon tietojärjestelmä

Arttu-kunnossapidon tietojärjestelmällä ohjataan kunnossapidon toimintaa ja toimintatapoja. Kunnossapidon töitä ovat kohteiden huollot ja korjaukset. Työt voivat olla suunniteltuja tai suunnittelemattomia. Arttu kertoo ennakkohuoltojen ajankohdan automaattisesti ja auttaa hallitsemaan häiriökorjauksia. (5, s. 17.)

Arttu-kunnossapidon tietojärjestelmä tallentaa koneen vikaantumiset ja muodostaa vikahistorian, josta voidaan analysoida vikaantumisia ja laskea kunnossapitokustannuksia. Tieto kustannusten määrästä sekä huolto- ja seisakkiajoista tehostaa koneiden ja laitteiden käyttöä. (5, s. 17.)

3.4 Vikapuuanalyysi

Vikapuuanalyysi on yleisesti käytetty menetelmä kuvaamaan käyttövarmuutta. Vikapuuanalyysissä vikapuue esittää vikaantumista ja sen syitä graafisesti. Vikapuuanalyysin tavoitteena on löytää vikaantumiseen johtavat yksittäiset viat ja viakayhdistelmät. Se ottaa huomioon myös inhimilliset virheet. Graafista puuta rakennettaessa ylin tapahtuma on TOP-tapahtuma, joka on koneen toiminnalle epätoivottu tapahtuma. TOP-tapahtuman alle laitetaan tekijät, jotka aiheuttavat TOP-tapahtuman ja näiden tekijöiden alle osatekijät (kuva 9). Vikapuuta jatketaan niin pitkälle, että vikaantumisen juurisyy on selvillä. (6.)



KUVA 9. Ramentor Oy:n ELMAS-ohjelmiston vikapuu-esimerkki (6)

3.5 Vika- ja vaikutusanalyysi

Vika- ja vaikutusanalyysi on johdonmukaisesti analysoiva toimintavarmuuden arviointimenetelmä. Analyysi pyrkii tunnistamaan vikamuodot ja arvioimaan vikaantumisen juurisyyt. Vikaantumisen juurisyyn löydyttyä pyritään keksimään keinoja vikaantumisen välttämiseksi tai seurausten lieventämiseksi. Vika- ja vaikutusanalyysia voidaan soveltaa erilaisiin järjestelmiin, kuten mekaanisiin laitteisiin tai ohjelmistojen analysointiin. (6.) Liitteessä 3 on anodinkunnostuslaitteiden yleisimpien vikojen vika- ja vaikutusanalyysi.

3.6 Vikataajuus ja vikaantumisvälin aika

Vikataajuus tarkoittaa tietyllä ajanjaksolla vikaantuneiden laitteiden lukumäärän suhdetta vikaantumiseen käytettyyn aikaan. Esimerkiksi yhden laitteen vikataajuus lasketaan vikojen lukumäärän ja tarkastelujakson mukaan (kaava 1). (7.)

$$Z = \frac{\text{Vikamäärä}}{T} \quad \text{KAAVA 1 (7)}$$

Keskimääräisellä vikaantumisvälin ajalla (*mean time between failure*) tarkoitetaan aikaa, joka kuluu vikaantumisesta seuraavaan vikaantumiseen. Se lasketaan jakamalla 1 vikataajuuden arvolla z (kaava 2). (7.)

$$MTBF = \frac{1}{\lambda}$$

KAAVA 2 (7)

4 AK 1:N JA AK 2:N VIKAHISTORIAN ANALYSOINTI

Tavoitteena oli löytää koneiden kriittisimmät osajärjestelmät, joiden luotettavuuteen voidaan tulevaisuudessa vaikuttaa ja tehdä niistä parannusehdotukset.

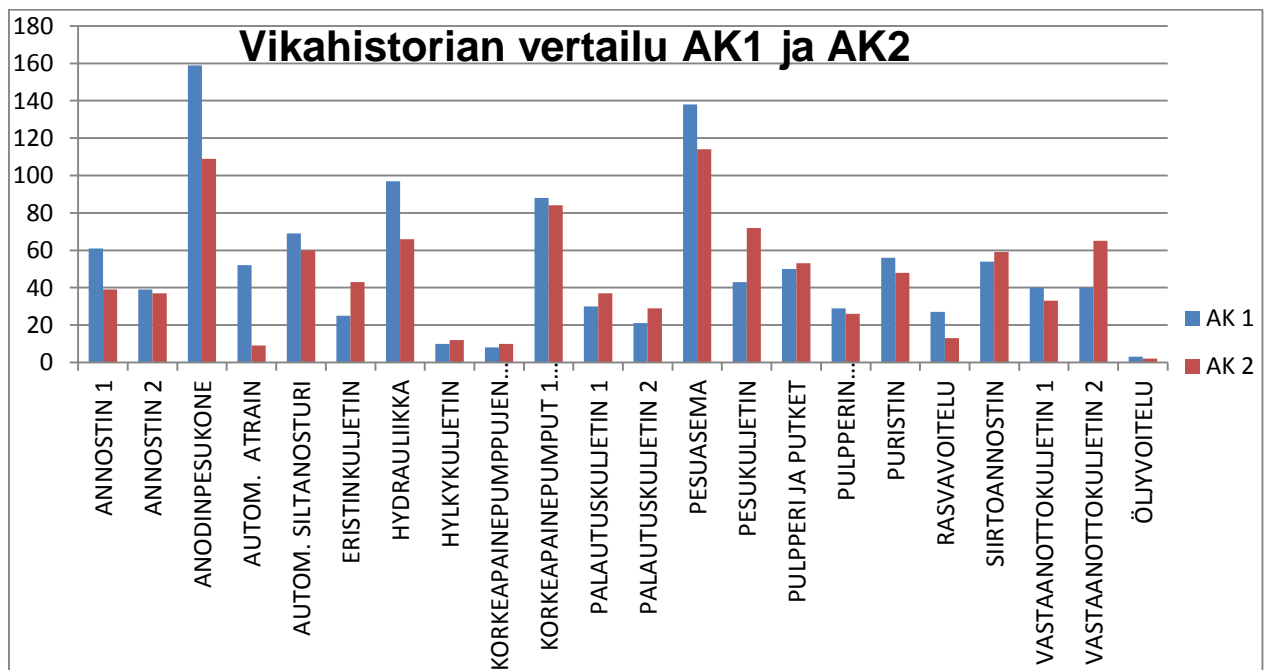
Käytännössä työssä analysoitiin koneiden vikahistoriaa ja haastateltiin Boliden Kokkolan henkilöstöä. Näiden perusteella laadittiin listaus suurimmista ongelmakohteista ja parannusehdotukset niihin.

Työtä varten poimittiin vikahistoria ajalta 2005 - 2014 Arttu-kunnossapidon tietojärjestelmästä sekä haastateltiin Boliden Kokkolan työntekijöitä. Työmääräimiä on tällä ajanjaksolla tehty noin 2 300, joten vikahistoriaa on laajalti.

4.1 AK 1 ja AK 2:n vikaantumisien vertailu

Vikahistoriasta poimittiin vikaantumiset eri osajärjestelmiin ja tehtiin pylväsdiagrammit, joista näkee vikamäärät eri osajärjestelmissä. Vikaantumisten pylväsdiagrammit on esitetty taulukossa 2. Diagrammeista näkee selvästi, että anodinpesukone ja pesuasema ovat molemmilla koneilla vikaherkimmät osajärjestelmät. Tässä työssä ei perehdytä puristimen parannuskohteisiin, koska uusi puristin on jo suunnitteilla.

TAULUKKO 2. Anodinkunnostuslaitteiden vikahistorian vertailudiagrammi



Pesuasemassa eniten työmääräimiä aiheuttavat viat olivat rakenteiden syöpyminen, roiskesuojien rikkoutuminen, suutinrikot, jarrurikot, kytkinrikot ja hydraulimoottorin rikkoutuminen. Anodipesukoneessa eniten työmääräimiä aiheuttavat viat olivat turvapiiriviat, rajaviat, releviat, valokennoviat ja öljyvuodot.

Seuraavina suurimman vikaherkkyyden omaavat hydrauliiikka ja korkeapainepumput. Korkeapainepumpuissa eniten työmääräimiä aiheuttavia tapahtumia ovat letkurikot, paineensäätökaran rikkoutuminen ja tiivisteiden rikkoutuminen. Hydrauliiikassa eniten työmääräimiä aiheuttavia tapahtumia ovat öljypinnan alhainen korkeus, öljyvuodot ja letkurikot.

Vikahistoriassa AK 1:llä on melkein aina enemmän vikoja kuin AK 2:lla. Tämä johtuu AK 1:n vanhemmasta tekniikasta. Anodipesukoneiden työmääräimet jakaantuivat sähkö- ja mekaanisen kunnossapidon kesken samalla tavalla molemmilla anodinkunnostuslaitteilla, minkä perusteella voidaan ajatella AK 1:n suuremman vikamäärän johtuvan vanhemmasta tekniikasta. Huomattavasti enemmän työmääräimiä on tehty AK 1:n kohdalla anodipesukoneen, pesuase-man, hydrauliiikan ja automaattisen atraimen kohdalla. Ainoastaan pesukuljettimella ja vastaanottokuljettimella 2 on huomattavasti vähemmän työmääräimiä kuin vastaavilla kuljettimilla AK 2:ssa. Muuten työmääräimien määrät ovat melko samassa linjassa toistensa kanssa molemmilla anodinkunnostuslaitteilla.

Vikahistoriaa lukiessa huomaa, että AK 1:n pesukuljettimella on tehty enemmän työmääräimiä rajoista ja puristimen toimintahäiriöistä kuin AK 2:n vikahistoriassa. Tämä voi selittyä sillä, että kaikista vikaantumisista ei tehdä työmääräimiä ja vikahistoria on poimittu pitkältä ajalta, jolloin virheitä saattaa syntyä. Myös puristimen toimintahäiriöt kuuluisi osoittaa puristimelle, eikä pesukuljettimelle. Tämä ei yksin selitä vikamäärän eroa, koska puristimen vikamäärät molemmilla koneilla ovat melkein saman verran. Myös pesukuljettimen ketjun kanssa oli ollut ongelmia, koska ketjunvaihdon yhteydessä vaihdettava uusi ketju oli valmistettu väärällä jaolla, mikä selittää osin pesukuljettimen vikamäärän.

AK 2:n vastaanottokuljettimen 2 vikamäärä selittyy osin sillä, että sille on tehty enemmän sähkökunnossapidon työmääräimiä. Nämä työmääräimet liittyivät siir-

tonosturin toimintaan. Mekaanisella puolella työmääriä oli osoitettu hydraulimoottorille erityisen paljon ja melkein kaikki vuosina 2013 - 2014. Tästä voidaan päätellä, että hydraulimoottorin toiminnassa on joitain häiriöitä, jotka pitäisi tutkia. Tämä on suuri ongelma, sillä ilman hydraulimoottoria anodinpesu pysähtyy. Vikahistorian perusteella ongelma on vain AK 2:n vastaanottokuljettimessa, sillä AK 1:n vastaanottokuljettimessa ei ole osoitettu yhtään työmääräintä hydraulimoottorille.

4.2 Vikataajuuden ja vikaantumisvälin laskeminen vika historiasta

Vikataajuus kertoo keskimääräisen vikamäärän tunnissa tai vuorokaudessa. Vikaantumisvälin aika kertoo keskimääräisen ajan seuraavaan vikaantumiseen. Vikataajuus ja keskimääräinen vikaantumisväli on laskettu käyttäen kaavoja 1 ja 2. Käyttöaika on laskettu ensimmäisestä vika historian työmääräimestä viimeimpään työmääräimeen.

Koneen käyntiajan arvioiminen on hankalaa, sillä anodien pesu ja vaihto ovat erillisiä toimenpiteitä. Asentajan ja käyttäjän arviot olivat vaihdolle 100 tuntia kuukaudessa ja pesulle 225 tuntia kuukaudessa. Vaihdolle tulee käyttötunteja vuorokauden aikana keskimäärin 3 - 4 tuntia ja pesulle 7,5 - 8 tuntia. Tämä tarkoittaa sitä, että jos keskimääräinen vikaantumisaika olisi 40 tuntia, vuorokausissa mitattuna anodinvaihdon vikaantuminen kestäisi noin kymmenen vuorokautta ja anodinpesun vikaantuminen noin viisi vuorokautta. Lisäksi täytyy ottaa huomioon vikaantumisten tarkastelu, sillä vaihdon ja pesun aikana työtä tekevät eri osajärjestelmät. Vaihdon aikana työtä tekevät vastaanottokuljettimet 1 ja 2, palautuskuljettimet 1 ja 2 sekä siltanosturi ja automaattiatrain. Nämä osajärjestelmät vaikuttavat anodinvaihdon vikataajuuden ja keskimääräisen vikaantumisaikan laskemiseen (taulukko 3).

TAULUKKO 3. Vikataajuus ja keskimääräinen vikaantumisaika anodinvaihdossa

	Anodinvaihto			
	Vikamäärä	Käyttöaika	Vikataajuus	Keskim. vikaantumisaika
	kpl	h	vikaa/h	h
AK1	230	11 450	0,020087336	49,7826087
AK2	192	11 550	0,016623377	60,15625
Yht.	422			

Anodinpesun aikana työtä tekevät osajärjestelmät ovat anodinpesukone, pesu-asema, puristin, annostin 1 ja 2, siirtoannostin, eristinkuljetin, hylkykuljetin ja pesukuljetin. Nämä osajärjestelmät vaikuttavat anodinpesun vikataajuuden ja keskimääräisen vikaantumisaikan laskemiseen (taulukko 4).

TAULUKKO 4. Vikataajuus ja keskimääräinen vikaantumisaika anodinpesussa

	Anodinpesu			
	Vikamäärä	Käyttöaika	Vikataajuus	Keskim. vikaantumisaika
	kpl	h	vikaa/h	h
AK1	842	25 762,5	0,032683164	30,59679335
AK2	720	25 987,5	0,027705628	36,09375
Yht.	1562			

Taulukoissa 3 ja 4 ei ole kaikkia vikaantumisia, koska kaikista vioista ei tehdä työmääräimiä. Kaikkiaan työmääräimiä oli noin 2 300 mutta taulukkojen 3 ja 4 laskennassa on käytetty yhteensä 1 984 työmääräintä. Tämä johtuu siitä, että näissä tarkasteluissa on haettu viat suoraan osajärjestelmien omilla nimillä. Jos vikaa ei ole osoitettu suoraan esimerkiksi vastaanottokuljettimelle 1, vikaa ei löydy. Mukana ovat myös ne työmääräimet, jotka eivät suoraan liity vikaantumiseen. Tämänkaltaisia työmääräimiä ovat esimerkiksi 5s-telineiden valmistus. Voidaan siis olettaa, että taulukoissa 3 ja 4 lasketut vikataajuudet ja vikaantumisvälin ajat ovat melko tarkat.

4.3 Anodinkunnostuslaitteiden ennakko- huollon tarkastelu

Anodinkunnostuslaitteille tehdään tasaisin väliajoin ennakko- huolto, joka on noin muutaman kuukauden välein. Ennakko- huoltoa on kahdenlaista. Ensimmäinen

on mekaanista kunnossapitoa ja toinen on sähkölaitteiden kunnossapitoa. Anodinkunnostuslaitteissa on paljon elektronisia laitteita, ja ne ovatkin erittäin arkoja sähkövikaantumisille.

Kunnossapidon mekaaniseen ennakkohuoltoon kuuluvat vastaanottokuljettimet, annostin 1 ja 2, pesukuljetin, pesuasema, puristin, siirtoannostin, eristinkuljetin, hylkykuljetin, palautuskuljettimet, nostoatrain, hydraulipaneli ja paineilmapur-sotus sekä hydraulikoneikko ja runkolinjat. Käytännössä koko anodinkunnostus-laite käydään läpi ennakkohuolloissa. Ennakkohuollot kestävät pitkäänkin, ja niissä tehdään paljon remonttia anodinkunnostuslaitteille. Ongelmana on se, että säännöllisestä ennakkohuollosta huolimatta vikaantumisia tapahtuu liian usein muullakin ajalla.

Ennakkohuoltoväli sähkölaitteiden kunnossapidossa on huomattavasti pidempi kuin mekaanisella puolella. Ennakkohuoltoväli on vikahistorian perusteella pienimmilläänkin jopa yhdeksän kuukautta. Sähkölaitteiden kunnossapidon ennakko-huollossa keskitytään enemmän turvallisuuteen. Ennakkohuoltoon kuuluvat hätä-seis- ja turvapiirien toiminta, mutta tähän kuuluu myös niiden mekaanisen toiminnan tarkastaminen. Mekaanisesta tarkastamisesta tärkeimmät ovat kaa-pelien ja putkitusten suojauksen kunto, nosturin atraimen rajojen kunto, työvalo- jen kunto ja sähkölaitteiden koteloiden kunto.

Ennakkohuoltovälit mekaanisella puolella ovat melko sopivat, vaikka vikaantu-misia syntyy muutenkin. Sähköpuolella ne ovat vikahistorian perusteella liian suuret, varsinkin kun vikahistoriaa lukiessa huomaa rajavikojen suuren määrän. Suuri osa rajavioista on mekaanisia mutta ennakkohuollolla voitaisiin huomata ajoissa rajojen kiinnitysten syöpymiset ja muut häiriökohdat.

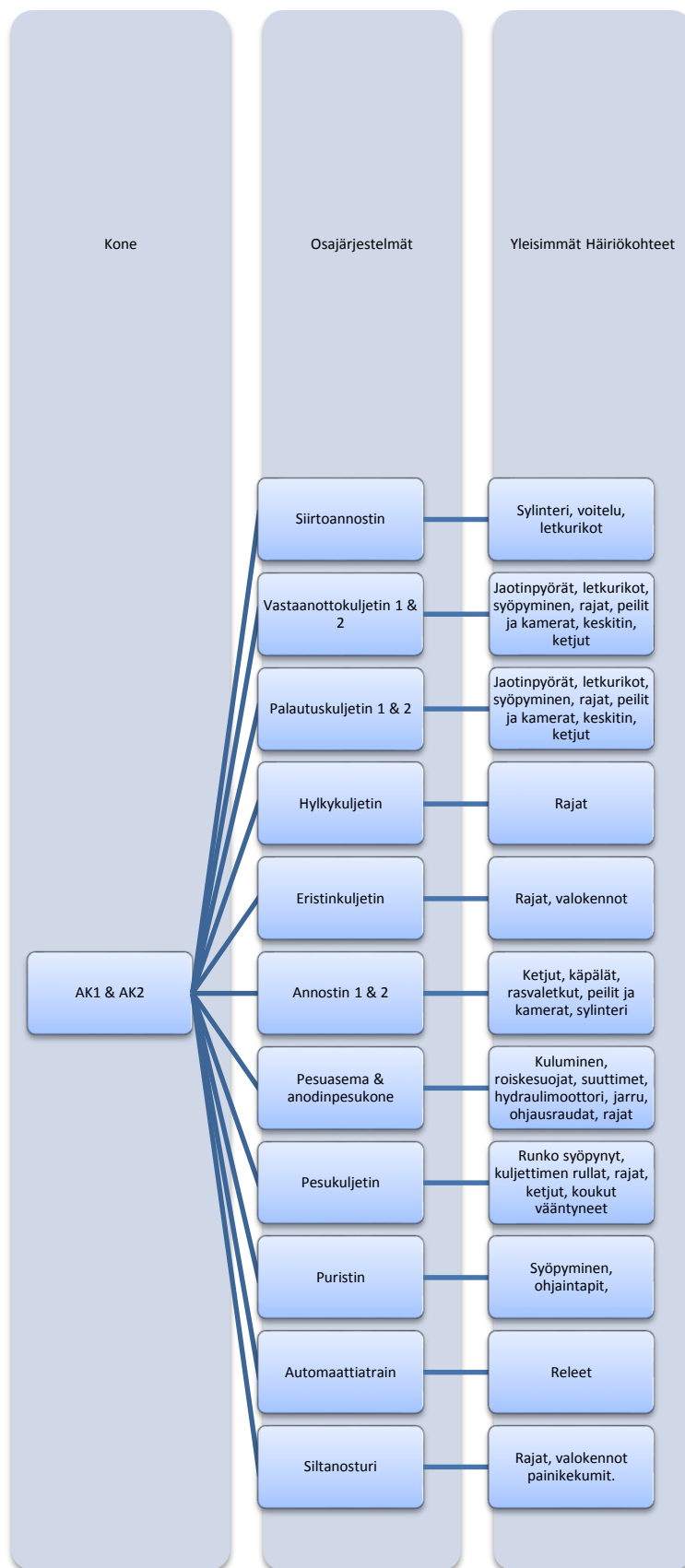
Sähkövikaantumisia vikahistoriassa on 617 työmääräintä, joka on noin 27 % kaikista työmääräimistä. Sähkövikaantumisten prosenttia laskee anodinkunnos-tuslaitteiden osajärjestelmät, joissa sähköllä on hyvin pieni rooli. Vertailun vuoksi voidaan tarkastella AK 1:n automaattista atrainta ja siltanosturia, joilla sähkövikojen prosentuaalinen ja määrällinen osuus olivat huomattavasti suu- rempia kuin mekaaniset viat. Atraimella se oli 88 % ja siltanosturilla 83 %. Vika-

historiasta voidaan myös todeta, että AK 2:n sähköviat atraimella ja siltanosturilla ovat huomattavasti pienemmät lukumäärältään ja prosentuaaliselta osuudeltaan kuin AK 1:llä. Tämäkin johtuu vanhemmasta tekniikasta AK 1:n kohdalla. Monessa mekaanisen kunnossapidon työmääräimen raportissa kuitenkin puhutaan myös sähkömiehestä, joka on ollut mukana korjaamassa konetta, joten voidaan olettaa, että sähkövikojen työmääräimiä olisi enemmän.

4.4 Vikapuun laadinta

Vikapuun laadinta on työlästä ja vaikeaa ilman työhön tarkoitettua ohjelmistoa. Työssä on laadittu pieni vikapuu (taulukko 5), joka selvittää yleisimmät viat koneessa ja sen osajärjestelmissä. Nämä ovat vikoja, joihin perehtymällä ja koneen uudelleensuunnittelulla voidaan vaikuttaa.

TAULUKKO 5. Vikapuu AK 1:n & 2:n yleisimmistä vioista



5 ANODINKUNNOSTUSLAITTEIDEN PARANNUSKOHTEET

5.1 Pesuasema ja anodipesukone

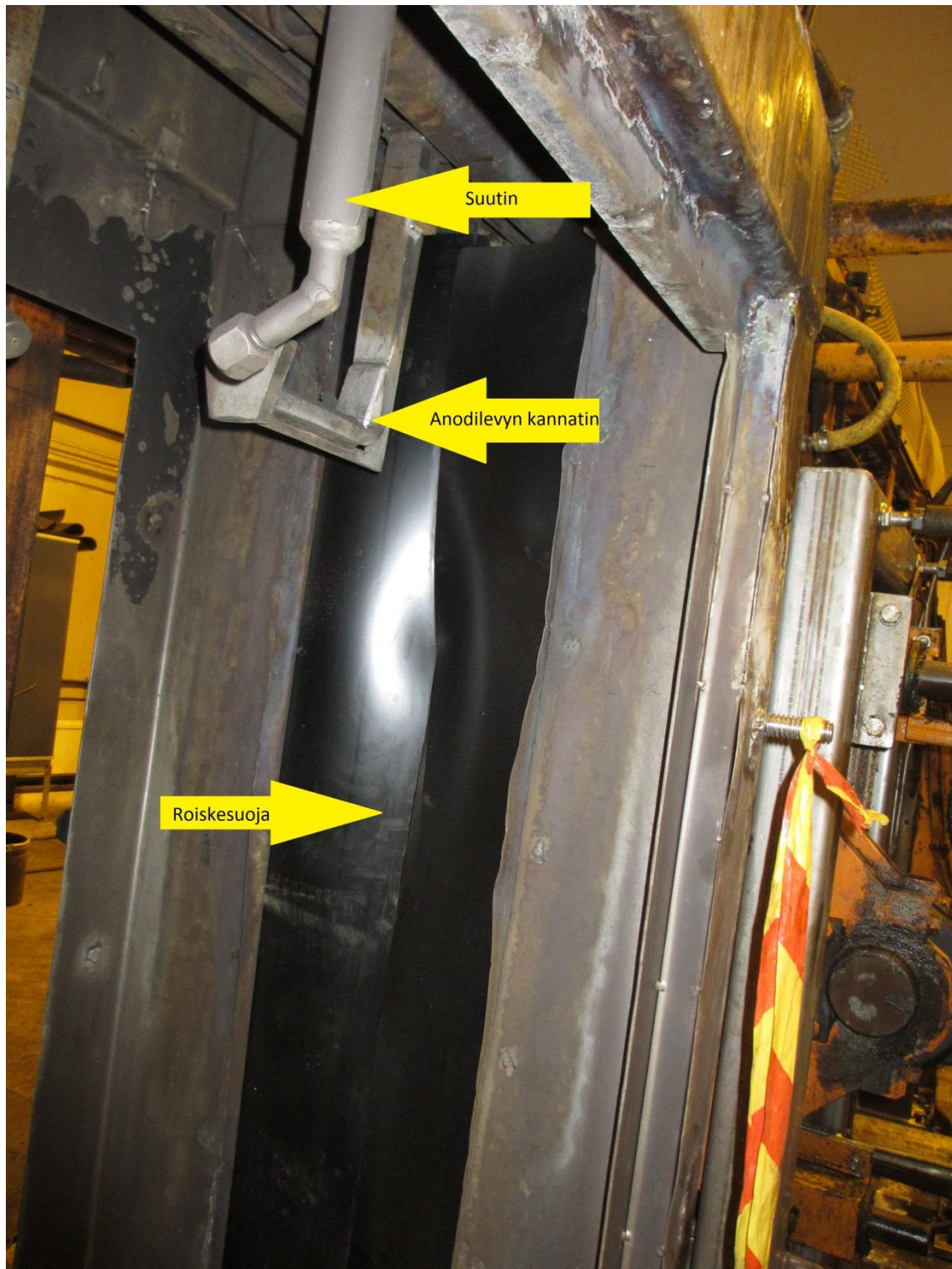
Anodipesukoneen tehtävä on puhdistaa anodilevyjä paineistetulla vedellä. Suuttimien paine on 200 baaria, jolloin lika irtaana hyvin anodilevyistä. Korkeapainepumput tuottaisivat 400 baarin paineen, mutta suuttimet on kuristettu paineenrajoitusventtiilillä 200 baariin. Suuttimet on sijoitettu molemmille puolille levyä, jolloin molemmilla puolilla on kaksi suutinta eli yksi suutinpari.

Anodilevy siirtyy neljä kertaa anodipesukoneen sisällä kuljettimessa, jossa suuttimet liikkuvat vertikaalisessa suunnassa puhdistuen kerralla noin 10 cm leveydeltä. Pesuleveyttä voidaan säätää, mutta silloin pesulaatu kärsii. Liian leveä pesualue ei puhdistaa pintaa kunnolla ja liian ohut pesualue taas jättää pesemättömiä rantoja anodilevyyn. Pesulaadun kärsiessä anodilevyjen vastaanottavuus elektrolyysissä kärsii ja näin myös katodilevyjen sinkkipinnoite ei ole laadullisesti paras mahdollinen.

Vikahistorian perusteella anodipesukoneen vikoja oli eniten. Myös asentaja oli sitä mieltä, että anodipesukone on anodinkunnostuslaitteiden kriittisin osajärjestelmä. Seuraavassa on esitetty suurimmat ongelmat ja mahdolliset parannusehdotukset anodipesukoneen toimintaan.

5.1.1 Anodilevyjen putoaminen

Suurin ongelma anodipesukoneen toiminnassa on anodilevyjen putoaminen anodipesukoneen sisään. Anodilevy on painava, ja pudotessaan se rikkoo anodipesukoneen sisältöä. Levyn pudotessa suuttimet vääntyvät ja roiskesuojat rikoontuvat ja leikkaantuvat levyn kaatuessa niitä päin. Kuvassa 10 on anodipesukoneen sisäpuolelta kuva, jossa näkyy koneen rakenne. Rikkoutuessaan roiskesuojat alkavat vuotaa ja likaista vettä roiskuu rakenteille syövyttäen niitä. Levyn pudotessa käyttäjä tai asentaja joutuu käsin poistamaan painavan levyn altaasta ja hankalasta paikasta.



KUVA 10. Anodipesukoneen sisäpuolinen rakenne

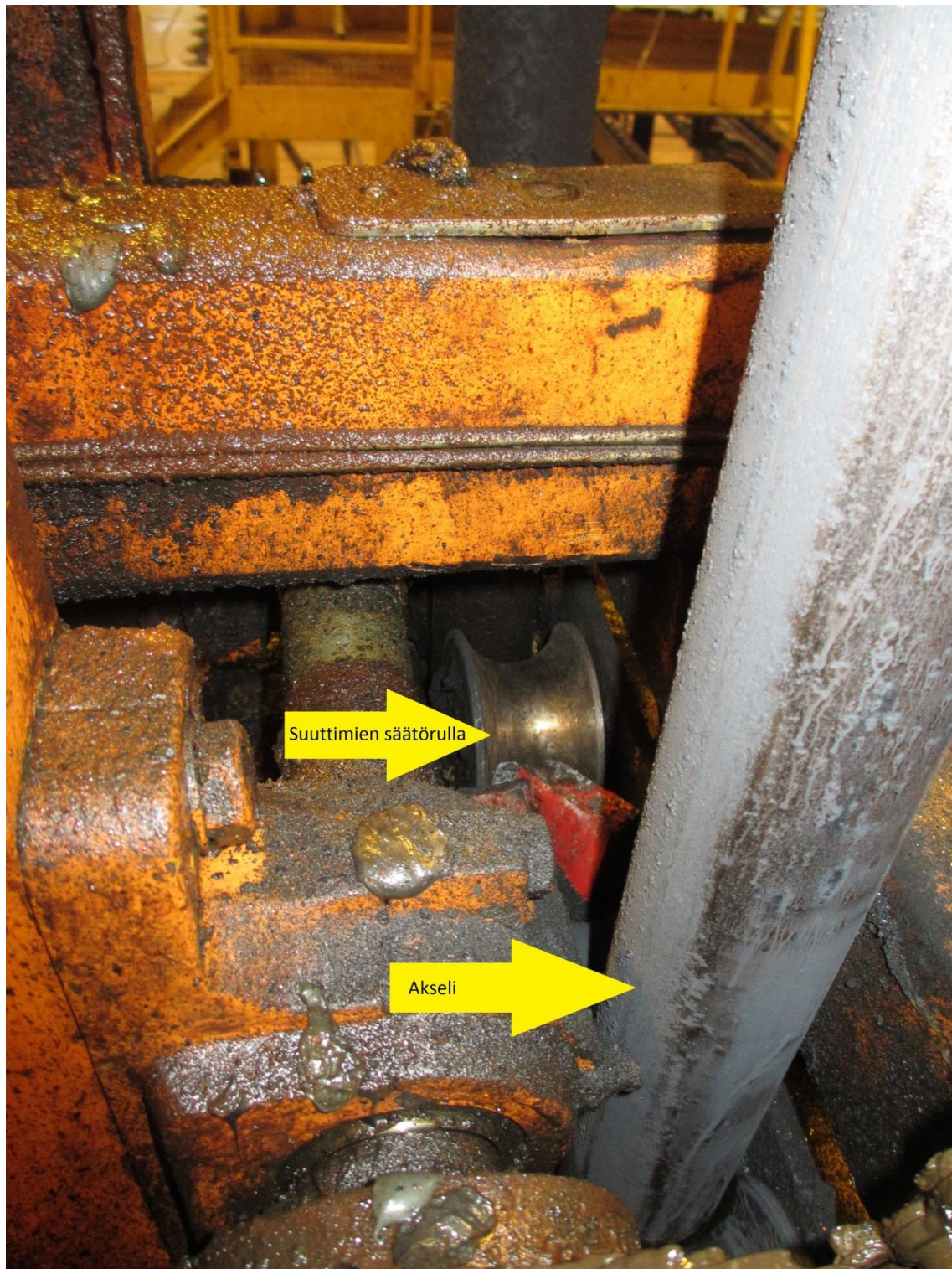
5.1.2 Anodilevyjen putoamisen estäminen

Roiskesuojat voitaisiin korvata teräsharjamaisella tiivisteellä, josta levyt mahtuvat läpi. Näin välttyttäisiin roiskesuojien rikkoontumiselta levyjen pudotessa. Tällöin roiskesuojan alkuperäinen tarkoitus eli roiskeilta suojaus heikkenee.

Ennen anodipesukoneeseen menoa olisi hyvä olla ohjausrauta ennen roiskesuojia. Anodipesukoneen sisällä on ollut ohjausrauta, mutta se sijaitti matalalla suuttimien takia. Sen seurauksena ohjausrauta väänsi levyä levyn ala-osaan ja saattoi pudottaa sen pesukuljettimen koukuista. Tämän takia ohjausrauta tulisi sijoittaa mahdollisimman ylös ja ulkopuolelle anodipesukonetta, jotta ohjausrauta ei pudottaisi anodilevyjä ja häiritäisi suuttimien toimintaa.

5.1.3 Suuttimien säätörullat

Anodipesukoneen yläpäässä on suuttimien etäisyyttä säätelevä säätörulla. Säätörulla vastaa pystysuunnassa liikkuviin akseleihin, jotka vaikuttavat suuttimien etäisyyteen (kuva 11). Suuren paineen synnyttämän värinän vuoksi säätörulla hajoaa, jolloin suutinetäisyys käärii ja pahimmassa tapauksessa suuttimet osuvat anodilevyyn vääntyen ja rikkoutuken.



KUVA 11. Suuttimien säätörulla

5.1.4 Suuttimien säätörullien parannusehdotukset

Säätörullan materiaali on ruostumatonta terästä, joten materiaalin tulisi olla joustavaa, jotta koneen värähtelyt eivät aiheuttaisi halkeamista. Säätörullan

voisi myös korvata ruuvisäädöllä, jolloin säätötarkkuus paranisi huomattavasti ja säätöaika vähenisi.

5.1.5 Rajakytkimet, peilit ja valokennot

Vikahistoriaa lukiessa huomaa tunnistinvikojen suuren määrän. Nämä tunnistinviat koskevat koko anodinkunnostuslaitteistoa, mikä johtuu enimmäkseen likaisesta ja vaativasta ympäristöstä.

5.1.6 Rajakytkimien, peilien ja valokennojen parannusehdotukset

Suurin syy rajakytkin-, peili- ja valokenno-ongelmille on likaisuus, syöpyminen ja huono ilma. Kone tulisikin pitää mahdollisimman puhtaana, ja se olisi hyvä sijoittaa hallista erilliseen huoneeseen. Vastaanottokuljetin ja palautuskuljetin sijaitsivat hallissa, mutta paremman ilmanlaadun kannalta olisi hyvä rakentaa niitä eristävää seinää, jotta ilma anodinkunnostuslaitteella olisi mahdollisimman hyvä. Ilmanvaihto parantaisi myös erillisessä huoneessa ilmanlaatua ja vähentäisi näin rajakytkin-, peili- ja valokennovikoja.

5.1.7 Paineensäätö

Korkeapainepumput tuottavat 400 baarin paineen. Painetta on kuristettu 200 baarin paineeseen paineenrajoitusventtiilillä suutinten takia. Tällöin kuitenkin energiaa menee hukkaan ja paineenrajoitusventtiilissä paine heittelee 180 baarista 230 baariin. Tällöin paineenrajoitusventtiilin sisällä virtausta säätelevä kara tekee hakkaavaa liikettä ja kovertaa koloja istukkaan. Paineenrajoitusventtiilejä joudutaan tämän takia uusimaan usein.

5.1.8 Paineensäädön parannusehdotukset

Suuttimet tulisi mitoittaa uudelleen, koska korkeapainepumput tuottavat 400 baarin paineen ja suuttimista tulee vain 200 baarin paineella vettä. Suuremmalla suuttimien paineella levy puhdistuisi paremmin ja energiaa ei menisi hukkaan suutinten ja korkeapainepumppujen välissä. Pesuaseman rakenne tulisi huomioida painetta nostettaessa, sillä se saattaa olla liian heikko kestäämään suuren paineen aiheuttaman värinän ja voiman.

Suuttimet voi mitoittaa myös niin suuriksi että korkeapainepumput voivat käydä maksimi paineella mutta suuttimista tulisi 200 baaria. Tällöin virtaus olisi suurempi suutinten päässä ja vettä tulisi silloin anodipesukoneeseen enemmän, minkä takia myös anodipesukoneen sisällä oleva lattiakaivo vetäisi paremmin. Myös paineenrajoitusventtiilin kuluminen vähentyisi säädön tarpeen loppuessa. Suuttimet voi mitoittaa myös 250 baariin, jolloin paineenrajoitusventtiilin säädön heittelemisen ja kuluminen vähenisivät. Paineenrajoitusventtiilillä paine nostettaisiin 250 baariin, jolloin rakenteellisia muutoksia ei tarvitse tehdä.

5.1.9 Levyjen puhdistuminen

Kaikki levyt eivät puhdistu kunnolla anodipesukoneessa. Levyjen yläpäähän kohtaan, jossa rikkihappoliuoksen pinta on ollut, kertyy kalkkikerrostuma. Kalkkikerrostuma on hyvin kovaa ja ei peseydy anodipesukoneessa. Kalkki alkaa pehmentyä ja irrota vasta välivarastossa kertyen lattioille (kuva 12).



KUVA 12. Välivaraston lattian kalkkikerrostumaa

5.1.10 Levyjen puhdistumisen parannusehdotukset

Kalkkikerrostumien irrottamiseksi olisi hyvä olla esiliuotus tai -pesu, joka pehmentäisi kalkkikerrostumaa, mangaania ja laimentaisi rikkihappoa. Näin levyistä tulisi puhtaampia ja prosessi tehostuisi.

5.2 Annostimet ja kuljettimet

Annostimien tehtävä on annostella anodilevyt seuraavaan kuljettimeen. Annostin laskee levyjen määrän laserin ja jakopyörän mukana pyörivän jakolevyn avulla. Levyjä kuljettimeen mahtuu 41. Annostimet ovat koneen kannalta hyvin kriittisiä, koska vikaantuessaan ne vaikuttavat koko koneen toimintaan. Annostimia on kaksi anodinkunnostuslaitteessa. Annostin 1 on vastaanottokuljettimen 2 ja pesukuljettimen välissä. Annostin 2 sijaitsee hylkykuljettimen ja palautuskuljettimen 1 välissä.

Annostimien ongelmat ovat vaikeita, koska niihin vaikuttavat useat tekijät ja annostimien vikaantuminen häiritsee lisäksi montaa muutakin osajärjestelmää. Esimerkiksi anodipesukone ja pesuasema kärsivät annostin 1:n häiriöistä. Kuvassa 13 on esitetty seuraavissa kappaleissa mainittujen kuljettimien rakenne ja sijainti.

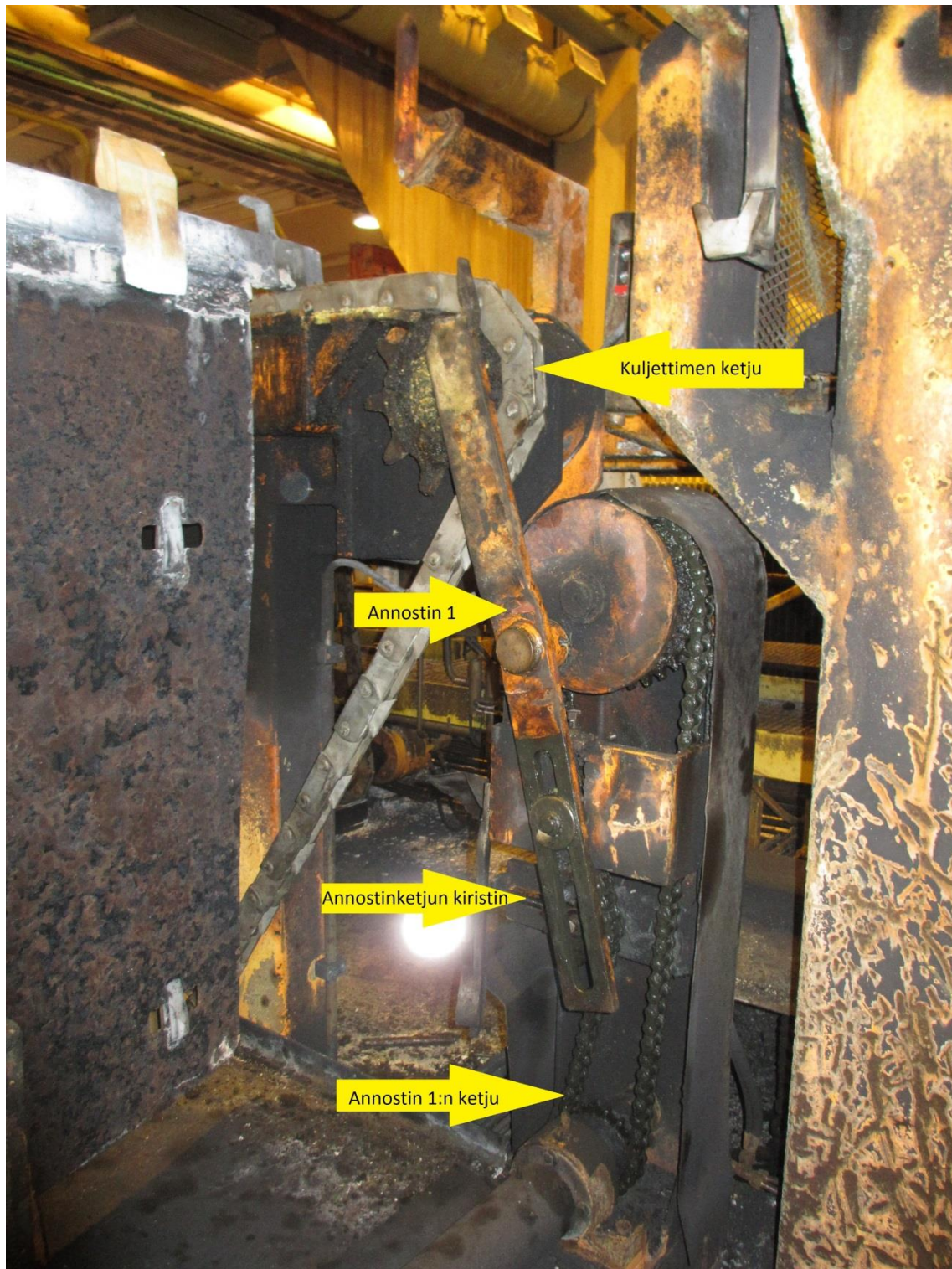


KUVA 13. Kuljettimet

5.2.1 Kuljettimien ja annostin 1:n ketjut

Kuljettimien ketjut löystyvät, jolloin jakopyörät eivät pysy linjassa. Tällöin jakopyörät heittävät levyt kiereen seuraavalle kuljettimelle eikä siltanosturi voi nostaa levyjä, koska ne eivät mahdu nosturin käpäliin. Ketjujen löystyminen aiheuttaa ongelmia myös annostin 1:lle.

Annostin 1:n tehtävä on siirtää anodilevyt pesuaseman pesukuljettimelle. Annostin 1 toimii hydraulimootorilla, joka liikuttaa rullaketjua (kuva 14). Annostin 1:n rullaketjun löystyessä sen toiminta häiriintyy ja syntyy aliheittoa, jolloin levyt putoavat pesukuljettimesta rikkoen anodinpesukoneen suuttimia, rajakytkimiä ja roiskesuojia.



KUVA 14. Annostin 1

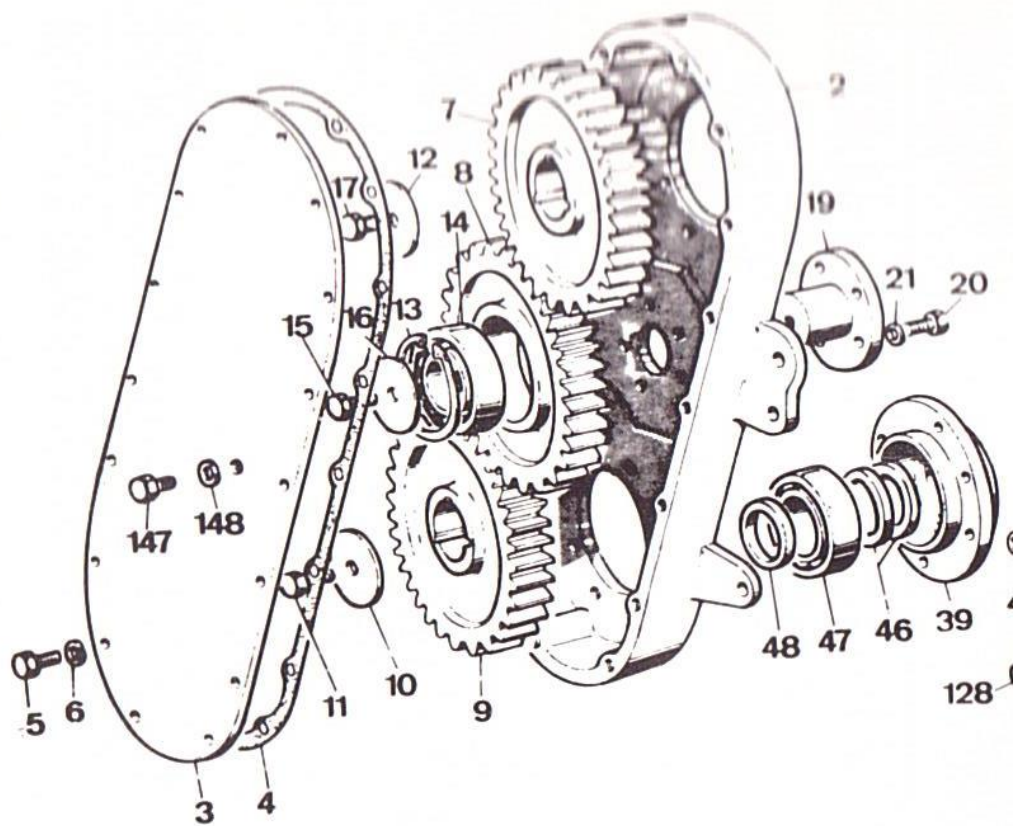
5.2.2 Ketjujen ja annostin 1:n parannusehdotukset

Ratkaisu ketjujen löystymiseen ja sitä seuraaviin ongelmiin voisi olla ketjujen kiristäminen ennakkohuollolla. Ennen kuin ennakkohuolto kannattaa aloittaa, tulisi kartoittaa ketjun löystymisen säännöllisyys. Uusi ketju löystyy eri tavalla kuin vanha ketju, joten ketjun vaihdon ajankohtakin pitäisi tietää ja siitä päätellä ennakkohuollon ajankohta. Tätä ennakkohuollon tutkimusta voisi soveltaa sekä kuljettimien ketjuihin että annostimien ketjuihin.

Ongelmana on kuljetinketjujen erilainen käyttäytyminen kuljettimen ollessa tyhjänä tai täytenä anodilevyistä. Ketjuja kiristetään ennakkohuollossa mutta se on vaikeaa tyhjänä, koska anodien paino vaikuttaa kireyteen. Tällöin asentaja joutuu kiristämään kuljetinketjun ensin tyhjänä ja odottamaan sitten anodinpesukoneen ajoa, jolloin kuljetin täyttyy anodilevyistä ja löystyy. Kuljetinketjujen kiristys pitäisi tehdä yhteistyössä käyttäjän ja asentajan kanssa, jolloin asentaja voisi yhdellä kertaa suorittaa kiristyksen kunnolla.

Käytännössä asentaja tai käyttäjä tekee kirjanpitoa ketjun vaihdosta lähtien ja kirjaa muistiin ketjun löystymisestä johtuvien ongelmien alkamishetken eli kiristystarpeen ajankohdan. Seuranta olisi hyvä tehdä muutaman ketjunvaihdon ajan, minkä jälkeen tulokset analysoidaisiin ja laadittaisiin ennakkohuoltosuunnitelma ajankohtineen. Liitteessä 4 on ketjujen löystymiseen liittyvä malli ennakkohuoltokaavakkeesta.

Annostin 1 on avonaisen koneistonsa vuoksi altis epäpuhtauksille ja kulumiselle. Myös annostimen ketju löystyy ja aiheuttaa aliheittoa. Esittäisin, että annostimen 1 ketju korvattaisiin hammaspyörillä ja koneisto suljettaisiin tiiviiseen koteloon, jossa on voiteluöljy sisällä. Kuvassa 15 on esitetty hammaspyörillä toimiva voimansiirto kotelossa. Tämä ratkaisu vähentäisi annostimen ketjun löystymisestä aiheutuvia anodilevyn putoamisia, sillä tiiviissä ja öljytyssä hammaspyöräkoneistossa ei välyksiä syntyisi niin nopeasti kuin ketjuvetoisessa koneistossa. Ainoa ongelma mielestäni on kotelon tiiviiden varmistaminen vaativissa olosuhteissa, mutta nykytekniikalla ja laadukkaalla suunnittelulla koteloitu hammaspyöräkoneisto voisi toimia.



KUVA 15. Hammaspyöräkotelo (8)

5.2.3 Annostimien voitelu

Annostimien kupariholkeille johdettiin ennen automaattinen rasvaus, mutta nykyään voitelu on manuaalinen. Näin ollen voitelu usein unohtuu, jolloin kupariholkit kuluvat voitelun puuttuessa ja rikkoutuvat. Kupariholkkien rikkoutuessa annostimen toiminta häiriintyy ja anodilevyt voivat pudota pesukuljettimesta. Kupariholkkien vaihto on kallista ja aikaa vievää, minkä vuoksi voitelun tulisi toimia. Manuaaliseen voiteluun siirtyminen johtui siitä, että levyjen pudotessa ja ketjujen löystyessä rasvalinja rikkoutui (kuva 16).



KUVA 16. Annostin 1:n automaattinen voitelulinja

5.2.4 Annostimien voitelun parannusehdotukset

Annostimen voitelu on toteutettu manuaalisesti, mutta ongelmana on voitelun säännöllisyys. Voiteluhuollon voisi järjestää koneen käyttäjälle tai kunnossapitäjälle. Käytössä olisi voiteluhuoltokirja, joka kertoisi, milloin voitelu tulisi suorittaa. Työn suorittaminen ei olisi taakka, koska sen ajallinen kesto on hyvin lyhyt. Toinen vaihtoehto on automaattisen voitelun palauttaminen, mikä aiemmin poistettiin, koska voitelulinja rikkoontui usein. Linja tulisi vetää sellaisesta paikasta, jossa se ei olisi vaarassa. Tässä tapauksessa mahdollinen linjan paikka olisi koneen yläpuolella, jossa levyt eivät pääse rikkomaan linjaa.

5.2.5 Keskittimet

Keskittimen eli läpyttimen tehtävä on keskittää anodilevyt kuljettimelle tasaiseksi jonoksi, jotta siltanosturin on helppo tarttua siihen. Keskitin toimii hydraulikalla ja ketjujen välissä on metallitanko, joka liikuttaa toista läpytintä toisen toimiessa

hydrauliikalla (kuva 17). Metallitanko ketjujen välissä rikkoontuu usein, ja tämä aiheuttaa ongelmia siltanosturille. Rikkoontuminen aiheutuu nopeasta ja voimakkaasta liikkeestä, jonka hydrauliikka saa aikaan. Noin 90 % terästangon rikkoutumisista aiheutuu hitsausseaman rikkoutumisesta.



KUVA 17. Keskitin

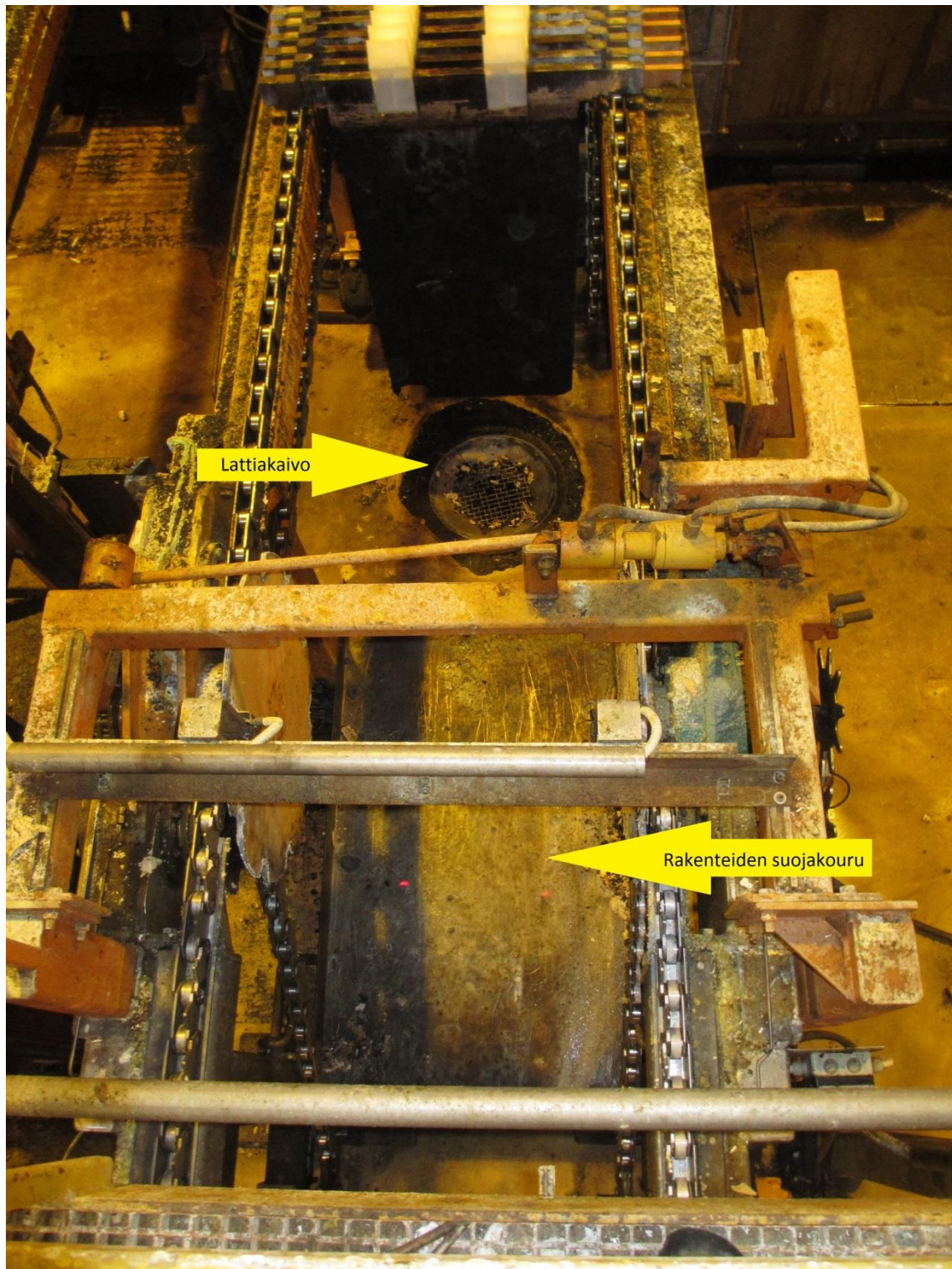
5.2.6 Keskittimien parannusehdotukset

Terästanko olisi hyvä vaihtaa paksumpaan tankoon ja muokata keskitin tangolle sopivaksi. Terästangon materiaalivalinta pitäisi tarkistaa, jotta nähtäisiin, onko olemassa jokin kestävämpi vaihtoehto. Toinen vaihtoehto on kuristaa hydrauliöljyn virtausta liikkeen alussa, jotta terästanko ei rikkoonnu nopeassa ja voimakkaassa liikkeessä. Paras vaihtoehto olisi, että liike tapahtuisi aluksi hitaasti mutta kiihtyisi loppua kohden niin, että keskittimen levyn osuessa anodilevyihin liikkeen nopeus olisi yhtä suuri kuin yleensäkin. Näin keskittimen terästankoon

ei kohdistuisi niin suurta äkillistä voimaa. Terästangon hitsaussauman kestävyys on heikko, joten tulisi tarkistaa hitsausvirheen mahdollisuus, sillä hyvän hitsaussauman tulisi kestää yhtä hyvin kuin muukin terästanko. Hitsaussaumamateriaali tulisi pystyä tarkistamaan, jotta virheen mahdollisuus pienenesi. Tämä on turhaa ja kallista, mikäli Boliden Kokkolan omat työntekijät hitsaavat terästangon saumat. Ulkopuolisen toimittajan kohdalla tarkistus kannattaisi tehdä, mikäli tarkistus tulisi samaan hintaan kuin terästanko. Näin saataisiin varmuus laadusta, ja toimittaja olisi velvollinen korvaamaan terästangon jos rikkoutuminen aiheutuisi hitsausvirheestä.

5.3 Tilan puhtaus

Anodinkunnostuslaitteiden puhtaanapito on hyvin tärkeää vaativassa ympäristössä. Rikkihappoa ja mangaania kertyy hyvin paljon rakenteiden päälle, jolloin syöpyminen ja korroosio ovat suuri ongelma. Tällä hetkellä puhtaanapito on käyttäjien ja asentajien vastuulla. AK 2:n vastaanottokuljettimen alle on asennettu pienet rakenteiden suojakourut, joiden tarkoitus on kerätä suurin osa mangaanista ja rikkihappoliuoksesta. Kourut ovat hiukan viettäviä lattiakaivolle päin, minkä takia ne on helppo puhdistaa pesemällä. Kourut estävät hyvin lian kertymistä anodinkunnostuslaitteen rakenteille ja estävät syöpymistä (kuva 18). Lattiakaivoja on kolme anodinkunnostuslaitteen alueella.



KUVA 18. Tilan puhtaanapitoa kourun avulla

5.3.1 Lattiakaivot ja tilojen puhtaanapito

Lattiakaivojen mitoitus on liian pieni, jolloin pesemisestä tulee vaikeaa ja aikaa vievää. Lattiakaivojen päällä on ritilä, jotta eristimet eivät kulkeutuisi kaivoon. Pienen kaivon ja ritilän takia kaivo tukkeutuu suuaukolta, jolloin siivoaja joutuu poistamaan ritilän sillä seurauksella, että eristimet kulkeutuvat kaivoon tehden vahinkoa (kuva 19). Koneen siivous on haastavaa ahtaiden paikkojen ja rakenteiden takia, jolloin puhtaanapito saattaa jäädä vajaaksi tai kokonaan tekemättömäksi. Lattiakaivoille ei ole kunnon viettoa, mikä tekisi puhtaanapidosta helppoa ja laadukasta.



KUVA 19. Lattiakaivo

5.3.2 Lattiakaivojen ja tilojen puhtaanapidon parannusehdotukset

Lattiakaivojen koko on liian pieni, joten yksinkertainen ratkaisu olisi lisätä lattiakaivojen määrää, suurentaa lattiakaivon halkaisijaa ja lisätä kaatoa lattiakai-
volle. AK 2:n vastaanottokuljettimen alle on asennettu kourut, jotka estävät rakenteiden likaantumista ja korroosiota. Laitteen rakenteiden elinkaaren pidentämiseksi kannattaisi asentaa tarkkaan suunnitellut kourut vastaanottokuljettimien ja palautuskuljettimien alle. Kouruissa olisi viettoa ja kourun toisessa päässä olisi hyvä olla lattiakaivo, johon lika olisi helppo huuhtoa. Tämä helpottaisi koneen puhtaanapitoa huomattavasti.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön aiheena oli anodinkunnostuslaitteiden nykytilan määrittäminen Boliden Kokkolan tehtaalla. Anodinkunnostuslaitteet ovat hyvin tärkeä osa tuotantoprosessia, ja ilman niitä prosessi heikkenee ja lopulta pysähtyy. Tarpeen vaatiessa toinen anodinkunnostuslaite voi toimia ilman toista pitkänkin aikaa. Anodinkunnostuslaite on iso kokonaisuus, jossa on paljon eri osajärjestelmiä, ja on siten erittäin vikaherkkä.

Tavoitteena oli löytää koneiden kriittisimmät osajärjestelmät, joiden luotettavuuden voidaan tulevaisuudessa vaikuttaa ja tehdä niistä parannusehdotukset. Käytännössä työssä analysoitiin koneiden vikahistoriaa ja haastateltiin Boliden Kokkolan henkilöstöä. Näiden perusteella laadittiin luettelo suurimmista ongelmakohteista ja parannusehdotuksista.

Vikaherkimmät yksittäiset osajärjestelmät vikahistorian perusteella olivat anodipesukoneet ja pesuasemat. Suurin yksittäinen ongelma, joka vaikutti moneen eri osajärjestelmään, oli levyjen putoaminen pesukuljettimesta. Pelkästään tämän ongelman ratkaisemisesta olisi paljon hyötyä anodinkunnostuslaitteiden luotettavuuden parantamisessa. Parannusehdotuksena tähän on ennakko-huolto, jolla varmistettaisiin kaikkien kuljettimien ja annostimien ketjujen sopiva kireys, etteivät levyt putoaisi kesken ajon.

Työssä laskettiin vikataajuus ja vikaantumisvälin aika, joilla saatiin laskennallista tietoa koneiden nykytilasta. Näitä tuloksia tulee kuitenkin tulkita kriittisesti, sillä ne ovat vikahistoriasta poimittuja tietoja, jotka eivät välttämättä vastaa koko totuutta. Vikahistoriasta ei saatu tarkkaa koneiden käyntiaikaa, joten vikataajuutta ja vikaantumisvälin aikaa tulee tarkastella kriittisesti.

Ennakkohuoltoa on mielestäni mekaanisella puolella riittävän usein, ja siinä huolletaan riittävän tarkasti koko anodinkunnostuslaite. Sähköpuolen kunnossapitoa voisi olla useammin kuin sitä nykyisin on. Siinä voitaisiin myös ottaa huo-

mioon enemmän rajakytkinten telineet ja niiden kiinnitys. Monissa työmääräimissä vikaantuminen aiheutui yleensä rajakytkinten telineen syöpymisestä tai tuhoutumisesta. Toisaalta rajatelineiden tarkastuksen voisi lisätä yhtä lailla mekaaniselle kunnossapidolle. Pääasia on, että joku tarkastaisi rajakytkinten telineitäkin. Myös kuljettimien ja annostimien ketjujen kiristysennakkohuollon ajoitus pitäisi tutkia ja kehittää toimivammaksi. Muuten ennakkohuollon toimivuus on mielestäni suhteellisen hyvä, mutta koneen vanha rakenne ja vaativa ympäristö tekevät koneesta erittäin vikaherkän.

Projekti oli kiinnostava, mutta laaja. Kyseessä oli iso kokonaisuus, jossa oli paljon eri osajärjestelmiä, ja tämän takia työssä ei ole laadittu tarkkoja parannussuunnitelmia osajärjestelmille. Suurin haaste oli oppia tuntemaan anodinkunnostuslaitteet, jotta niiden toiminnasta pystyi kirjoittamaan ja vikoja analysoimaan. Tätä vaikeutti se, etten itse ollut ennen työskennellyt anodinkunnostuslaitteiden kanssa. Työssä on luotu peruspohja anodinkunnostuslaitteiden parannuskohteille, mistä on hyvä jatkaa koneiden kehittämistä edelleen. (Liite 1.)

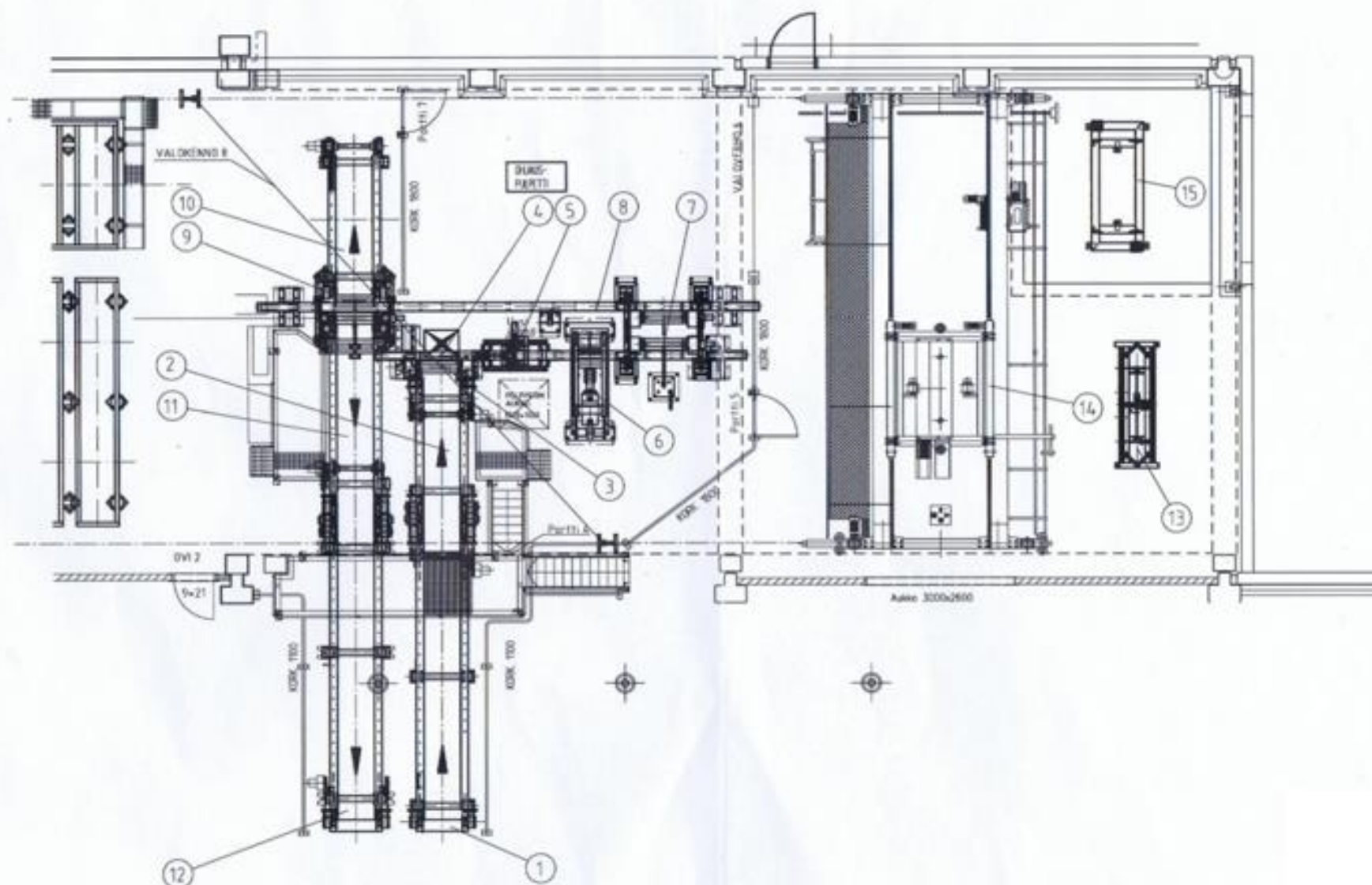
LÄHTEET

1. Boliden Kokkola. 2014. Boliden. Saatavissa: <http://www.boliden.fi/fi/Toimipaikat/Sulatot/Kokkola/>. Hakupäivä 7.10.2014.
2. Rikasteesta metalliksi - sinkin tuotantoprosessi. 2013. Boliden Kokkola.
3. Anodinkunnostuskone, AK2. 2002. Käyttöohjekirja. Outokumpu Zink (OKLA)
4. Järviö, Jorma 2007. Kunnossapito. Helsinki: KP-Media Oy.
5. Heikkilä, Virpi 2009. Kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotto terästehtaalla. Opinnäytetyö. Keskipohjanmaan ammattikorkeakoulu, Yrittäjyyden ja liiketoimintaosaamisen koulutusohjelma. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/6158/Heikkila_Virpi.pdf?sequence=1. Hakupäivä 22.1.2015.
6. Reliability, Availability and Maintainability. 2014. Ramentor Oy. Saatavissa: www.ramentor.com. Hakupäivä 28.10.2014
7. Penson, Kari. T324303 Kunnossapitotekniikka 2 3 op. Opintojakson luennot syksyllä 2014. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö.
8. Spare parts list. Maletti. 1980. Modena, Italy.

LÄHTÖTIEOMUISTIO

Työn tiedot	Tekijä ¹	Olli Pynssi, [REDACTED]	Tilaaja ²	Boliden Kokkola
	Tilaajan yhdyshenkilö ja yhteystiedot ³			
	BOLDEN KOKKOLA, JONAS KRONQVIST, AUTOKUMMUNTIE 8, 67101 KOKKOLA			
	Työn nimi ⁴			
	ANODIKUNNOSTUSLAITTEIDEN NYKYTILAN ARVIOINTI			
	Työn kuvaus ⁵			
Laitetekonaisuuden nykytilan arviointi, ongelma-kohtien / parannuskohtien selvittäminen ja mahdollisten parannus ehdotusten esille tuominen.				
Työn tavoitteet ⁶				
Tavoiteaikataulu ⁷				
Kevät 2015				
Päiväys ja allekirjoitukset ⁸				
30.9.2014		30.9.2014		
Tekijän allekirjoitus		Tilaajan allekirjoitus		
[Signature]		[Signature]		
[Signature]		JONAS KRONQVIST		

1. Tekijän nimi, puhelinnumero ja sähköpostiosoite.
2. Työn teettävän yrityksen virallinen nimi.
3. Sen henkilön nimi ja yhteystiedot, joka yrityksessä valvoo työn suoritusta.
4. Työn nimi voi olla tässä vaiheessa työnimi, jota myöhemmin tarkennetaan.
5. Työ kuvataan lyhyesti. Siinä esitetään muun muassa työn tausta, lähtötilanne ja työssä ratkaistavat ongelmat.
6. Esitetään lyhyesti ja selvästi työn tavoitteet.
7. Esitetään projektin tavoiteaikataulu. Silloin, kun työllä on välitavoitteita, myös ne merkitään aikatauluun. Tavoiteaikataulun ja oppilaitoksen yleisaikataulun perusteella tekijä laatii oman aikataulunsa.
8. Lähtötietomuistio päivätään ja sen allekirjoittavat tekijä ja tilaajan yhdyshenkilö



1. VASTAANOTTOKULJETIN 1
2. VASTAANOTTOKULJETIN 2
3. ANNOSTIN 1
4. PESUKULJETIN
5. PESUASEMA
6. PURISTIN
7. SIIRTOANNOSTIN
8. ERISTINKULJETIN
9. ANNOSTIN 2
10. HYLKYKULJETIN
11. PALAUTUSKULJETIN 1
12. PALAUTUSKULJETIN 2
13. AUTOMAATTIATRAIN
14. SILTAOSTURI 2x3.2 t / 11
15. ANODIPUKIN TELINE

Vika ja vaikutusanalyysi, AK1 ja AK2				
Vastaanottokuljetin 1				
Toiminto	Vika	Vioittumistapa	Vaikutukset	Juurisyyt
1. Vastaanottaa anodit siirtovaunulta	1. Siirtovaunun atrain ei osu kohdalleen	1. Ohjaustappi löystynyt	Vastaanottokuljetin ei pysty vastaanottamaan anodeja, jolloin pesemisprosessi pysähtyy	1. Kiristetty huolimattomasti
		2. Ohjaustappi vääntynyt	Vastaanottokuljetin ei pysty vastaanottamaan anodeja, jolloin pesemisprosessi pysähtyy	1. Huolimaton käyttö
		3. Ohjaustapit syöpyneet	Vastaanottokuljetin ei pysty vastaanottamaan anodeja, jolloin pesemisprosessi pysähtyy	1. Vaativat olosuhteet
2. Siirtää anodit jaotinpyörän avulla vastaanotokuljettimelle 2	1. Anodit kierossa vastaanottokuljettimessa 2	1. Ketjut löystyneet	Anodit eivät mahdu siltanosturiin ja käyttäjä joutuu oikaisemaan anodeja	1. Ei ole uudelleenkiristetty
				2. Ketjut loppuunajettu
		2. Jaotinpyörän puslat kuluneet	Anodit eivät osu jaotinpyörien uriin ja prosessi hidastuu	1. Asennusvirhe
				2. Puutteellinen voitelu
		3. Rajat, kamerat ja valokennot vioittuneet	Kuljetin epätahdissa, Kuljetin ei toimi.	1. Huolimaton käyttö
				2. Rajojen ym. Sijoitus
				3. Vaativat olosuhteet
3. Keskittää anodilevyt	1. Keskitin ei toimi	1. Keskittimen tanko poikki	Keskitin toimii toispuoleisesti ja aiheuttaa siltanosturille ongelmia	1. Nopea äkkinäinen liike
				2. Tanko liian ohut
		2. Hydraulikkavika	Keskitin toimii huonosti ja aiheuttaa siltanosturille ongelmia	1. Syöpyminen
				2. Kolhiutuminen
		3. Rajavika	Keskitin toimii välillä ja aiheuttaa siltanosturille ongelmia	1. Vaativat olosuhteet

Vastaanottokuljetin 2				
Toiminto	Vika	Vioittumistapa	Vaikutukset	Juurisyys
1. Siirtää anodit annostimelle 1.	1. Ruuhka annostimelle	1. Valokennovika	Siltanosturi ei voi nostaa, annostin 1 tiputtelee anodeja	1. Valokenno säädetty huonosti
				2. Huonot olosuhteet
				3. Huolimaton käyttö, jolloin valo- kennot vääntyvät
				4. Valokennojen sijoitus
	2. Kuljetin ei pyöri	1. Hydraulimoottori rikki	Prosessi pysähtyy ketjun pysähtyessä	1. Huonot olosuhteet
				2. Vaihteiston puoli huono
				3. Tiivisteet vuotavat -> materiaalit ja roiskeet
2. Siirtää anodit siltanosturille	1. Siltanosturin atrain ei osu koh- dalleen	1. Ohjaustappi löystynyt	Siltanosturi ei voi nostaa anodeja, prosessi hidastuu	1. Kiristetty huolimattomasti
		2. Ohjaustappi vääntynyt	Siltanosturi ei voi nostaa anodeja, prosessi hidastuu	1. Huolimaton käyttö
		3. Ohjaustapit syöpyneet	Siltanosturi ei voi nostaa anodeja, prosessi hidastuu	1. Vaativat olosuhteet

Annostin 1				
Toiminto	Vika	Vioittumistapa	Vaikutukset	Juurisyyt
1. Siirtää anodit pesukuljettimeen	1. Levyt tippuvat	1. Ketju löysällä	Levyt tippuvat ja tekevät vahinkoa. Käyttäjä joutuu nostelemaan anodeja.	1. Ketjua ei ole kiristetty
				2. Ketju on loppuunajettu
				3. Ketjua ei ole voideltu ennakko- huollon mukaisesti
		2. Annostimen käpälä kulunut	Levyt tippuvat ja tekevät vahinkoa. Käyttäjä joutuu nostelemaan anodeja.	1. Vaativat olosuhteet
				2. Ei ennakko- huoltoa käpälien kun- nolle
		3. Käpälien puslat kuluneet	Levyt tippuvat ja tekevät vahinkoa. Käyttäjä joutuu nostelemaan anodeja.	1. Puslia ei ole voideltu ennakko- huollon mukaisesti
				2. Ei automaattista voitelua

Pesukuljetin				
Toiminto	Vika	Vioittumistapa	Vaikutukset	Juurisyyt
1. Siirtää anodit pesuasemalle ja puristimeen	1. Levyt tippuvat	1. Ketju löysällä	Levyt tippuvat ja tekevät vahinkoa. Käyttäjä joutuu nostelemaan anodeja.	1. Ketjua ei ole kiristetty
				2. Ketju on loppuunajettu
		2. Kuljetinkoukut kierossa	Koukut ja ketju lintassa, jolloin ketju on kiero ja anodit putoilevat koukuista	1. Rajavika, joka johtuu vaativista olosuhteista ja tärinöistä
	3. Pesukuljetin ei liiku	1. Rajavika	Prosessi pysähtyy tai suoriutuu huonosti	1. Huolimaton käyttö
				2. Vaativat olosuhteet
				3. Rajojen sijoitus
		2. Likaa ketjuen ja johteiden välissä	Prosessi pysähtyy	1. Ei ole pesty asianmukaisesti
				2. Ei ole roiskesuojia johteilla

Pesuasema				
Toiminto	Vika	Vioittumistapa	Vaikutukset	Juurisyyt
1. Pestä anodit anodinpesukoneessa	1. Ei pese kunnolla	1. Suuttimien säädöt huonosti	Anodeihin jää pesemättömiä kohtia, jolloin anodin johtavuus ei ole hyvä altaassa	1. Säätvirhe
				2. Säätorulla haljennut
				3. Säätorulla on epätarkka
				4. Tärinät säättävät omia aikojaan
		2. Rajavika	Anodeihin jää pesemättömiä kohtia, jolloin anodin johtavuus ei ole hyvä altaassa	1. Huolimaton käyttö
				2. Vaativat olosuhteet
				3. Rajojen sijoitus
		3. Suutin tukossa	Anodeihin jää pesemättömiä kohtia, jolloin anodin johtavuus ei ole hyvä altaassa	1. Alhainen paine
				2. Anodipesukoneen sisältä ei ole pesty sopivin väliajoin
				3. Ei kunnon suodatusta
		4. Ohjausrauta irti pesuasemassa, koska levyt tippuvat	Anodi ei pysy paikallaan ja pesulaatu kärsii	1. Katso Annostin 1 ja Pesukuljetin
		5. Jarru rikki	Suuttimet valuvat alaspäin ylärajalta, jolloin pesuprosessi pysähtyy	1. Vaativat olosuhteet
	2. Suuttimet rikki	1. Levy pudonnut kesken ajon ja suuttimet vääntyneet	Suuttimet vääntyneet, joten pesulaatu kärsii	1. Katso Annostin 1 ja Pesukuljetin
2. Pitää pesuvedet anodinpesukoneen sisällä	1. Pesuvesi roiskuu ulkopuolelle	1. Roiskesuojat rikkoutuneet levyjen tippuessa	Rakenteet likaantuvat ja altistuvat syöpymiselle, Myös käyttäjä voi saada päällensä roiskeita.	1. Katso Annostin 1 ja Pesukuljetin
				2. Roiskesuojat liian heppoiset

Puristin				
Toiminto	Vika	Vioittumistapa	Vaikutukset	Juurisyyt
1. Puristaa vääntyneet anodit suoriksi ja siirtää ne eteenpäin	1. Ei purista kunnolla	1. Relevika	Prosessi pysähtyy	1. Vaativat olosuhteet
				2. Huolimaton käyttö
		2. Paininosan topparipultit ei säädöissä	Puristin ei purista tarpeeksi anodeja, jolloin syntyy ongelmia kuljetuksissa ja nostoissa	1. Vaativat olosuhteet
				2. Huolimaton käyttö
				3. Säätvövirhe
				4. Kuluminen
	2. Levyt tippuvat	1. Puristimen ohjaritapit poikki	Levyt tippuvat kesken puristusvaiheen ja anodit jäävät suoristamatta ja käyttäjä joutuu nostamaan niitä	1. Runko syöpynyt ja vääntynyt

Siirtoannostin				
Toiminto	Vika	Vioittumistapa	Vaikutukset	Juurisyys
1. Siirtää anodit pesukuljettimelta eristinkuljettimelle	1. Siirtoannostin ei siirrä	1. Hydraulisylinteri vuotaa	Anodit eivät siirry eristinkuljettimelle	1. Syöpyminen
				2. Vaativat olosuhteet
		2. Hydraulisylinterin letku vuotaa	Anodit eivät siirry eristikuljettimelle	1. Syöpyminen
				2. Vaativat olosuhteet
	2. Siirtoannostin tiputtelee levyjä	1. Kämpälät kuluneet	Levyt tippuvat heiton aikana ja käyttäjä joutuu nostelemaan	1. Syöpyminen
				2. Ei ennakkohuolto kämpälien kun- nolle
		2. Säätvörika	Levyt tippuvat heiton aikana ja käyttäjä joutuu nostelemaan	1. Vaativat olosuhteet
				2. Rajojen sijoitus
		3. Topparivika	Levyt tippuvat heiton aikana ja käyttäjä joutuu nostelemaan	1. Topparit kuluvat
		4. Ketjut löysällä	Levyt tippuvat heiton aikana ja käyttäjä joutuu nostelemaan	1. Ei ole kiristetty
				2. Loppuunajettu
	3. Rajat vääntyneet	1. Levy tipahtanut rajan päälle ja vääntänyt sen	Siirtoannostin ei toimi oikein	1. Katso Siirtoannostin, Vika ja kohta 2.
				2. Rajojen sijoitus

Eristinkuljetin				
Toiminto	Vika	Vioittumistapa	Vaikutukset	Juurisyys
1. Kuljettaa anodit annostimelle 2	1. Levyt tippuvat	1. Ketju löysällä	Levyt tippuvat ja tekevät vahinkoa. Käyttäjä joutuu nostelemaan anodeja.	1. Ketjua ei ole kiristetty
				2. Ketju on loppuunajettu
		2. Kuljetinkoukut kierossa	Koukut ja ketju lintassa, jolloin ketju on kiero ja anodit putoilevat koukuista	1. Rajavika, joka johtuu vaativista olosuhteista ja tärinöistä
	3. Pesukuljetin ei liiku	1, Rajavika	Prosessi pysähtyy	1. Huolimaton käyttö
				2. Vaativat olosuhteet
				3. Rajojen sijoitus
		2. Likaa ketjuen ja johteiden välissä	Prosessi pysähtyy	1. Ei ole pesty asianmukaisesti
				2. Ei ole roiskesuoja johteilla

Annostin 2				
Toiminto	Vika	Vioittumistapa	Vaikutukset	Juurisyyt
1. Siirtää anodit eristinkuljettimelta palautuskuljettimelle 1 tai hylkykuljettimelle	1. Annostin 2 ei siirrä	1. Hydraulisylinteri vuotaa	Anodit eivät siirry eristinkuljettimelle	1. Syöpyminen
				2. Vaativat olosuhteet
		2. Hydraulisylinterin letku vuotaa	Anodit eivät siirry eristinkuljettimelle	1. Syöpyminen
				2. Vaativat olosuhteet
	2. Annostin 2 tiputtelee levyjä	1. Kämpälät kuluneet	Levyt tippuvat heiton aikana ja käyttäjä joutuu nostelemaan	1. Syöpyminen
				2. Ei ennakkohuolto kämpälien kun- nolle
		2. Säätvika	Levyt tippuvat heiton aikana ja käyttäjä joutuu nostelemaan	1. Vaativat olosuhteet
				2. Rajojen sijoitus
		3. Topparivika	Levyt tippuvat heiton aikana ja käyttäjä joutuu nostelemaan	1. Topparit kuluvat
		4. Ketjut löysällä	Levyt tippuvat heiton aikana ja käyttäjä joutuu nostelemaan	1. Ei ole kiristetty
				2. Loppuunajettu
	3. Rajat vääntyneet	1. Levy tipahtanut rajan päälle ja vääntänyt sen	Annostin 2 ei toimi oikein	1. Katso Annostin 2, Vika ja kohta 2.
				2. Rajojen sijoitus

KETJUJEN KIRISTYSEH

Uuden ketjun vaihdosta eteenpäin

[illegible]

[illegible]